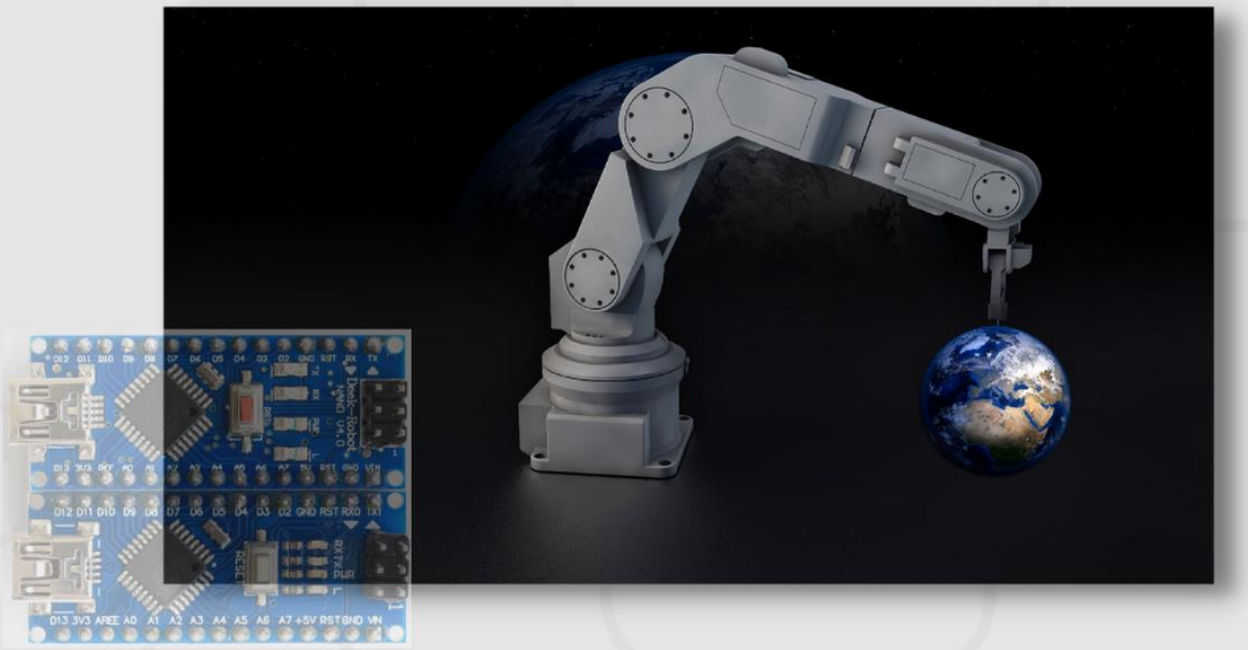
Robótica e contribuições em sala de aula

Análise e resultados com o método STEM e a plataforma arduíno



RAPHAELA GEMAQUE DE PINHO

Editora Poisson

Raphaela Gemaque de Pinho

Robótica e contribuições em sala de aula
Análise e resultados com o método STEM e a plataforma arduíno

1ª Edição

Belo Horizonte

Editora Poisson

2022

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
Ms. Davilson Eduardo Andrade
Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas
Msc. Fabiane dos Santos
Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC
Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy
Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P654 Pinho, Raphaela Gemaque
Robótica e contribuições em sala de aula: Análise e Resultados com o método STEM e a plataforma arduíno /Raphaela Gemaque de Pinho - Belo Horizonte– MG: Editora Poisson, 2022

Formato: PDF
ISBN: 978-65-5866-229-7
DOI: 10.36229/978-65-5866-229-7
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia

1.Tecnologia 2.Educação I. PINHO, Raphaela Gemaque III.Título

CDD-370

Sônia Márcia Soares de Moura – CRB 6/1896

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0.
Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterada.

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br

“Nunca deixe ninguém te dizer que não pode fazer alguma coisa. Se você tem um sonho tem que correr atrás dele. As pessoas não conseguem vencer e dizem que você também não vai vencer. Se você quer uma coisa corre atrás.”

À Procura da Felicidade

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à Deus, à minha família por sempre me apoiar nas minhas escolhas principalmente acadêmicas, visando sempre o melhor para o meu futuro!

Faço uma menção em especial ao meu avô Francisco de Assis da Paz Gemaque, no qual agradeço por sempre ter sido a minha grande paixão e inspiração, a pessoa em que resolvi seguir os passos por ver como era belo seu amor por ministrar aulas de matemática, além de ser quem me acompanhou em toda a minha jornada do mestrado e deslumbrou a conquista juntamente a mim. Junto a ele, a minha querida avó Silvana Maria Maroja Gemaque que sempre me motivou e fazia os melhores lanchinhos para não passar horas estudando com fome.

Gratidão à minha mãe Renata Maroja Gemaque Maneschy que nunca mediu esforços para me vê realizando meus sonhos e sempre me mostrou que eu era capaz de conquistar o mundo, usando sempre o seu jargão “mamãe vai estar na plateia vendo você brilhar minha filha”.

Meu agradecimento aos meus dois pais, Aldemar Sebastião de Pinho Neto e ao meu Padrasto Marcelo Martins Maneschy, por sempre me proporcionarem o melhor e deslumbrar a minha felicidade

As minhas queridas e amadas tias que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos, Betânia Maroja e Glória Maroja.

A minha tia Fátima Maroja que pode me proporcionar aulas de português e muito amor junto a minha tia Nazaré Maroja Bentes , que não se encontra mais em nosso plano terreno se tornando mais uma estrela para iluminar meus caminhos, bem como se orgulhar em ver que segui seus passos como educadora.

Agradeço aos meus incentivadores, Eloisa Seráfico, Jorge Seráfico, Cristina Gemaque. Sempre corroborando das melhores formas

Agradeço a todos meus amigos que embarcaram comigo, nessa jornada do livro autoral

Muito obrigada!

Sobre a Autora

Mestranda em Educação Matemática no Ensino Fundamental pela Universidade Estadual do Pará, Graduada em Licenciatura em Matemática pela Universidade do Estado do Pará Universidade (UEPA),foi bolsista da Iniciação Científica pelo Centro de Integração Empresa- Escola (CIEE).Realizou monitoria no Colégio Impacto (atuando na área de matemática no Ensino Fundamental),onde conquistou o título de Melhor Professora na turma 6AT (Melhores do Ano).Realiza a função de professora de matemática na mesma instituição ,onde conquistou em 2021 certificados de excelência na parte educacional e pela orientação aos estudos científicos

.

Prefácio

A robótica educacional vem sendo muito utilizada em escolas ao redor do mundo para o desenvolvimento de habilidades de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) desde o começo do aprendizado.

O presente trabalho busca apresentar como a tecnologia se tornou fundamental em todas as tarefas de nosso cotidiano, além de ser uma ferramenta eficaz em buscar os resultados daquilo que esperamos dela.

No caso, usei exemplos relacionados à sala de aula, cujo qual, os alunos foram orientados por meio dos professores em como poderiam utilizar a tecnologia como aliada ao enfrentamento das dificuldades dos assuntos de aprendizagem, ou mais especificamente, no campo da matemática. Desse modo, o trabalho se aprofundou em exemplificar como os cálculos são primordiais para determinados projetos tecnológicos, como de robótica, visto que cada detalhe, cada passo e cada movimento da máquina, deve ser primeiramente feito no papel, de forma minuciosa, sem que haja erros, caso contrário, o resultado daquilo que for arquitetado, não seria o esperado.

A pesquisa demonstra ainda uma aplicação baseada no braço robótico, cujo qual, foi projetado por meio do componente arduíno, que vem a ser uma plataforma de código aberto, e de fácil aquisição no mercado. Dessa forma, ela possui ainda fácil compreensão quando usada em estudos específicos, o que tornou ela a peça chave para sua aplicação em sala de aula.

Raphaela Gemaque de Pinho

Sumário

Capítulo 1: Introdução 09

Capítulo 2: Justificativa 14

Capítulo 3: Situação problema de Objetivos 18

Capítulo 4: Referencial Teórico 20

Capítulo 5: Metodologias Investigativas da Pesquisa 65

Referências 82

CAPÍTULO

01 Introdução

"Robô" é uma palavra que foi usada pela primeira vez pelo escritor tcheco Karel Ĉapek em sua obra Opitek em 1917, que etimologicamente deriva da palavra 'robótica', que significa 'servidão', 'escravidão' ou 'trabalho forçado' (ARNÁEZ BRASCHI, 2015). Robótica e mecatrônica representam, na atualidade, áreas estratégicas-chaves para todos os países que aspirem a modernidade e bem-estar, visto que seu impacto repercute, não só em aspectos políticos e econômicos, mas também formam parte importante da vida cotidiana, da educação, da cultura, e também em todos os âmbitos da sociedade (REYES, 2012).

Visto isso, considera-se na atualidade o desenvolvimento elevado alcançado pelas tecnologias de informação e de comunicação (TIC) que vem proporcionando novas formas de comunicar e de transmitir informação, além de proporcionar novas formas de obter informação e de aprender, principalmente na sala de aula (GOMES, 2009/2010). Pensamos que, o professor em particular e o ensino no geral, não podem ignorar as TIC. A importância destas é inegável, visto que "descrevem uma nova cultura pós-moderna, marcada pela especificidade, diferença, pluralidade e múltiplas narrativas, demonstrando também, de forma enérgica, a inadequação, cada vez maior dos saberes diversificados e divididos das diferentes disciplinas, face a realidades multidimensionais, globais e comuns dos nossos dias" (FINO & SOUSA, 2003).

Para que um robô possa realizar qualquer tarefa em que não seja necessário interagir diretamente com o ambiente, é necessário um controle prévio de movimentos de si mesmo. Isso é condicionado pela precisão necessária, restrições espaciais, etc. Todas as condições de movimento são definidas de acordo com a tarefa solicitada, para que eles possam realizar de maneira correta, sendo considerados na determinação do caminho a seguir no espaço. Obviamente, várias maneiras de estabelecer tanto as

trajetórias do robô e os modos de controle podem ocorrer, dependendo da tarefa imposta (ARNÁEZ BRASCHI, 2015).

Considerando todo este principio e características, enfatizamos ao papel introdutório da robótica desde à sala de aula, cujo qual, sabe-se que a escola atravessa momentos difíceis e que todos os dias são questionados os papéis de cada elemento interventivo no processo e a adequação dos mesmos aos tempos que correm (GOMES, 2009/2010). Por isso, não nos é difícil concordar com Cláudia Fialho e colaboradores quando afirmam que, atualmente a escola confronta-se com o fato da quantidade de conhecimento disponível e o crescimento da complexidade da informação ser vertiginoso[1] (FIALHO et al., 2003).

A Robótica, é um ramo da tecnologia que engloba mecânica, eletrônica e computação, que atualmente trata de sistemas compostos por máquinas e partes mecânicas automáticas e controladas por circuitos integrados, tornando sistemas mecânicos motorizados, controlados manualmente ou automaticamente por circuitos elétricos. As máquinas, pode-se dizer que são vivas, mas ao mesmo tempo são uma imitação da vida, não passam de fios unidos e mecanismos, isso tudo junto concebe um robô. Cada vez mais que as pessoas utilizam os robôs para suas tarefas.

ARNÁEZ BRASCHI (2015), corroborava com essa teoria, ao afirmar que a robótica seria uma nova disciplina que trataria do estudo e projeto de robôs e o movimento dos mesmos no espaço em que vivemos. As causas que impulsionam a robótica são dadas por processos industriais perigosos, como altas temperaturas ou ambientes poluídos, pelo alto custo da mão de obra e pela eficácia econômica otimizando a relação custo-benefício.

Em breve, tudo poderá ser controlado por robôs. Os robôs são apenas máquinas: não sonham nem sentem e muito menos ficam cansados. Esta tecnologia, hoje adotada por muitas fábricas e indústrias, tem obtido de um modo geral, êxito em questões levantadas sobre a redução de custos, aumento de produtividade e os vários problemas trabalhistas com funcionários.

[1] Acelerado.

Ela vem causando grande impacto na nossa sociedade por trazer inovações em diversos setores. Seja por extinguir postos de trabalhos ou criar outros, bem como na medicina, com médicos realizando intervenções cirúrgicas delicadas a distância, nas guerras e até no uso doméstico e na forma de nos relacionarmos socialmente, sem mensurar o amplo uso de robôs no chão industrial para realizar atividades repetitivas e de precisão. Isso por si só já a torna uma ciência interdisciplinar de grandes possibilidades na educação, pois, para Fazenda (1993), a interdisciplinaridade é a atitude positiva diante do conhecimento, que implica mudança comportamental diante da tomada de decisões.

Em vistas da atualidade, no cenário nacional e internacional, de acordo com English (2015), em função dos avanços tecnológicos, das exigências do mercado de trabalho, da inserção das mídias sociais, ou seja, das transformações pelas quais o mundo tem passado, em muitos países, tem-se intensificado trabalhos na determinação de planos estratégicos para que a Educação Básica tenha como foco prioritário, desenvolver competências nas disciplinas STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Neste sentido, as nações com melhores resultados nas avaliações internacionais possuem currículos bem desenvolvidos que se concentram nas habilidades do século XXI, ou seja, literacia digital, resolução de problemas, pensamento crítico, criatividade e inovação, bem como um forte foco no conhecimento disciplinar (Marginson et al., 2013).

A robótica tem possibilitado às empresas redução de custos com o operariado e um significativo aumento na produção. O país que mais tem investido na robotização das atividades industriais é o Japão, um exemplo disso observa-se na Toyota. Atualmente para o ramo empresarial, por exemplo, em um cenário mediante sistemas de informação e automatização de processos, elas podem informatizar muitas das tarefas diárias e, consequentemente, deixar os funcionários concentrados em atividades analíticas e na tomada de decisões.

Conceitua-se sistema de informação “como um conjunto de componentes inter-relacionados que coletam, processam, armazenam e distribuem informações destinadas a apoiar a tomada de decisões, a coordenação e o controle de uma organização. Além de dar apoio à tomada de decisões, à coordenação e ao controle, esses sistemas também

auxiliam os gerentes e trabalhadores a analisar problemas, visualizar assuntos complexos e criar novos produtos" (Laudon e Laudon 2010).

No campo ensino-aprendizagem, o uso da robótica não é diferente. Com o passar dos anos, tem-se constatado a crescente dificuldade dos alunos brasileiros com conteúdos de ciências e matemática. Os resultados apontados pelo Programme for International Student Assessment (PISA), em 2015, mostraram que, com relação à média dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), na avaliação de alunos que têm em média 15 anos e estão próximos de terminar o ciclo da educação básica, o Brasil está bem abaixo, alcançando 401 pontos em ciências contra uma média de 493 pontos, e 377 pontos em matemática contra uma média de 490 pontos (OCDE, 2015).

Valente (1999) diz que a disseminação da informática na educação e os avanços de softwares educacionais estão mostrando que a distinção entre o uso do computador para ensinar ou para promover a aprendizagem é que é a grande questão. Dessa forma, a tecnologia, quando utilizada como recurso construtivista, se torna uma ferramenta poderosa no desenvolvimento de conceitos e acúmulo de conhecimento crítico, do que simplesmente ganho de conhecimento fatual.

Embora a tecnologia seja de grande relevância em alguns setores educacionais, em diferentes partes do mundo, muitas das vezes, ainda é vista como uma ameaça à humanidade. Borba e Villarreal (2005) destacam nesse caso, que os principais argumentos contrários, são de que os computadores podem desumanizar os humanos, dominar a sociedade e não permitir que os alunos aprendam o que deveriam. Mesmo que, para aqueles que defendam seu uso, utilizem o argumento de que computadores na educação podem sim ser usados, desde que não mudem qualquer coisa naquilo que foi aprendido antes (BORBA E VILLARREAL, 2005).

As bases teóricas do ensino da robótica e da programação têm como pano de fundo a abordagem do pensamento computacional. Wing (2006) defende que o pensamento computacional é uma habilidade a ser desenvolvida não somente para os cientistas da computação, mas para qualquer pessoa, e que deveria ser já abordado no ensino fundamental, juntamente com aritmética, leitura e escrita. Desse modo, cabe enfatizar que, um aspecto relevante relacionado ao uso das tecnologias em sala de aula,

diz respeito ao desafio genuíno que é provocado no aluno, gerando interesse e prazer (BRASIL, 1997).

Pensar como um cientista da computação requer altos níveis de abstração. Porém, a noção por trás do pensamento computacional vai além de programar, sendo na verdade "conceituar". Como atividade típica, o pensamento computacional envolve a reformulação de um problema aparentemente difícil de uma forma que se saiba resolver. Não se trata de tentar fazer seres humanos pensarem como computadores.

O presente trabalho busca apresentar como a tecnologia se tornou fundamental em todas as tarefas de nosso cotidiano, além de ser uma ferramenta eficaz em buscar os resultados daquilo que esperamos dela. No caso, usaremos exemplos relacionados à sala de aula, cujo qual, os alunos foram orientados por meio dos professores em como poderiam utilizar a tecnologia como aliada ao enfrentamento das dificuldades dos assuntos de aprendizagem, ou mais especificamente, no campo da matemática. Desse modo, o trabalho se aprofundou em exemplificar como os cálculos são primordiais para determinados projetos tecnológicos, como de robótica, visto que cada detalhe, cada passo e cada movimento da máquina, deve ser primeiramente feito no papel, de forma minuciosa, sem que haja erros, caso contrário, o resultado daquilo que for arquitetado, não seria o esperado.

A pesquisa demonstra ainda uma aplicação baseada no braço robótico, cujo qual, foi projetado por meio do componente arduíno, que vem a ser uma plataforma de código aberto, e de fácil aquisição no mercado. Dessa forma, ela possui ainda fácil compreensão quando usada em estudos específicos, o que tornou ela a peça chave para sua aplicação em sala de aula.

CAPÍTULO

02 Justificativa

2.1 JUSTIFICATIVA

Conforme Otto (2016) a sala de aula é um espaço de aprendizagem e é tarefa do professor torná-lo mais prazeroso e eficiente para aquisição de conhecimentos. Segundo esse autor, o uso da tecnologia se justifica como forma de ampliar este espaço, através de novos conceitos, linguagens e expressões. O uso das tecnologias assume uma função importante na educação, sendo necessária também uma análise dessa nova ferramenta de ensino com planejamento e controle.

Dessa forma, aliar tecnologia ao ensino de conteúdos considerados de difícil absorção tem se mostrado uma maneira eficiente de aprimorar o aprendizado. No entanto, essa técnica requer, de acordo com Cavalcante (2012) a responsabilidades de aperfeiçoar as compreensões de alunos sobre o mundo natural e cultural em que vivem.

Através desses diferentes conceitos, enfatizamos que as teorias da aprendizagem mereceram diversas interpretações ao longo dos anos, tendo surgido o conceito de estratégias de aprendizagem, em função das teorias do processamento da informação (POCINHO & CANAVARRO, 2009). Do campo do professor que ensina e, consequentemente, o aluno que aprende, um novo paradigma de interesse emerge: o aprender a aprender.

É indispensável o desenvolvimento contínuo de alunos e professores, trabalhando adequadamente com as novas tecnologias, constata-se que a aprendizagem pode se dar com desenvolvimento emocional, racional, da imaginação, do intuitivo, das interações, a partir dos desafios, da exploração de possibilidades, de assumir responsabilidades, do criar e do refletir juntos. (CAVALCANTE, 2012)

O desempenho médio dos jovens brasileiros de 15 anos na avaliação da disciplina de matemática foi de 377 pontos, valor significativamente inferior à média dos estudantes dos países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), quer foi de 490. “Nos últimos 12 anos, o acesso ao ensino melhorou, mas não evoluímos em qualidade. A necessidade da reforma do ensino médio se traduz nos dados”, conforme falas do Ministro da Educação, Mendonça Filho.

Em 2007, foi criado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), vinculado ao Ministério da Educação (MEC), um indicador chamado IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica), para monitorar e medir os avanços na qualidade do Ensino Fundamental e Médio no país. Segundo Júnior (2018), o IDEB é um indíce brasileiro criado para avaliar a qualidade da educação através da taxa de aprovação, notas de Matemática e de Língua Portuguesa na Prova Brasil. Quando combinadas, auxiliam na comparação da educação no país com a qualidade da Educação de outros países do PISA (Programme for International Student Assessment).

O IDEB dos anos iniciais e finais do Ensino Fundamental do Brasil cresceu. Entretanto, somente a meta dos anos iniciais estipulada para 2013 foi atingida. A leitura do IDEB nos estados permite melhor compreender esse índice no Brasil. O crescimento do indicador e a condição em relação a meta são importantes parâmetros de análise. Os últimos resultados do IDEB para o estado do Pará demonstraram que este cresceu sua nota porém não atingiu a meta estipulada para o ano de 2018. Ainda, a evolução desse índice no Pará é inferior quando comparada com a média Brasileira. Dessa forma, é necessário apostar em tecnologias e metodologias inovadoras que possam motivar e aumentar o aprendizado do aluno, facilitando o trabalho do professor que passa a ensinar utilizar ferramentas de trabalho muito mais próxima do perfil do aluno do século XXI.

A proposta do trabalho, permite a integração da tecnologia com a educação, favorecendo o crescimento do uso de métodos alternativos ao ensino da matemática nas escolas de ensino público e privado. Disseminar essa tecnologia e prolongar o seu uso em mais municípios, bem como avaliar o seu progresso enquanto ferramenta de

aprendizagem se mostra necessário frente aos últimos resultados da educação básica no país, e principalmente, no estado em que esse trabalho pretende focar.

2.2 O INTERESSE PELO STEM

Em linhas gerais, enfatizamos que nosso interesse pelo método STEM se deu pela busca de algo que fosse além do ensino tradicional de matemática e seus conteúdos. Ou seja, algo que fosse capaz de propor a investigação de situações reais, integrando as Ciências da Natureza às Tecnologias, Engenharias e à Matemática para a busca de respostas ou soluções que possam investigar ou resolver problemas identificados na realidade.

Desse modo, pautado pela inter e transdisciplinaridade, verifica-se que no STEM, o estudo da Matemática não pode excluir a Tecnologia, o que se constitui a partir da criação dos processos de aprendizagem e cujo desenvolvimento e efeitos são compreendidos no processo.

Assim, nota-se a necessidade de problematização da realidade, o que diz respeito a criar situações conectadas à ela para despertar o interesse e a curiosidade do estudante. A partir de um desafio, a situação pode ser apresentada como forma de colocar a necessidade da resolução de um problema e motivar o questionamento e a busca por múltiplas respostas, com base no design criativo, ou seja, na elaboração e desenvolvimento do processo de maneira criativa e com múltiplas opções de resolução.

Como os projetos podem diferir muito entre si, não é possível apresentar um único caminho a ser percorrido. No entanto, considerando que haja flexibilidade inerente à proposta, refletir sobre infraestrutura, método e recursos necessários é passo inicial em um trabalho de pesquisa.

Não sendo imposto, um projeto surge de uma proposição, de um ato de vontade, troca e reciprocidade entre seus integrantes. É no estabelecimento da necessidade de resolução do problema que é possível gerar um motivo para a pesquisa e, assim, engajar o grupo de trabalho.

Marcado pela coletividade e pela interdependência, o projeto deve caracterizar-se pelo desejo de criar e inovar, transpondo barreiras de ordem material, pessoal,

institucional e tratando a troca entre as pessoas para ampliar a visão e as perspectivas sobre a complexidade dos fenômenos.

Dessa forma, cremos que há a necessidade de se rever as metodologias nas escolas brasileiras, sendo importante investir em programas de aprendizagem multidisciplinar baseados em projetos focados especialmente no ensino científico ou nas disciplinas STEM. Os investimentos nas disciplinas STEM despertam no aluno o interesse nas disciplinas científicas, pois esses desafios relacionam com o cotidiano e despertam a curiosidade de saber o porquê dos eventos.

Sendo assim, por meio do protagonismo do estudante, do trabalho em grupo e por projetos, da colaboração entre pessoas e de muita comunicação para troca de ideias, o STEM tem como um de seus objetivos promover o desenvolvimento de conhecimentos e de tecnologias, permeados por inovação e criatividade.

CAPÍTULO

03 Situação Problema e Objetivos

3.1 SITUAÇÃO PROBLEMA

Partindo pressuposto de que, segundo os dados de 2015 do Programa de Avaliação Internacional de Estudantes – PISA, 70% dos alunos brasileiros não atingem a capacidade desejada no ensino fundamental quanto ao aprendizado da matemática e suas notas estão 10 vezes abaixo da média dos países membros da OCDE, a presente pesquisa pretende reunir os resultados das notas escolares obtidas a partir do uso do aplicativo de funções trigonométricas a partir de simuladores de braços robóticos, no intuito de responder ao seguinte problema: utilizar metodologias STEM através de robótica educacional pode contribuir à aprendizagem de funções trigonométricas?

3.2 OBJETIVOS

3.2.1 OBJETIVO GERAL

- Analisar as potencialidades de uma sequência didática no processo de ensino aprendizagem de funções trigonométricas a partir de simuladores de braços robóticos

3.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Criar uma metodologia de trabalho de robótica, baseado na metodologia STEM.
- Criar uma oficina de robótica para os alunos do ensino médio das escolas públicas do Estado do Pará.
- Produzir estudo e analisar de que forma os simuladores de braços robóticos podem ajudar no ensino aprendizagem dos alunos.
- Aplicar as plataformas educacionais bem como a robótica educacional.

- Analisar o impacto na aprendizagem das funções trigonométricas através do método de abordagem qualitativo, longitudinal e correlacional.
- Utilizar o construtivismo de piaget e suas contribuições na fundamentação do trabalho.
- O uso de plataforma open-source como o Arduino.

CAPÍTULO

04 Referencial Teórico

4.1 TECNOLOGIA DA ATUALIDADE

As tecnologias digitais estão cada vez mais presentes na sociedade. Segundo Lévy (2010, p.32), “as tecnologias digitais surgiram, então, como a infraestrutura do ciberespaço, novo espaço de comunicação, de sociabilidade, de organização e de transação, e também novo mercado da informação e do conhecimento”. Nesse contexto, Kenski (2012) ressalta que as tecnologias digitais e o ciberespaço tidos como um novo espaço pedagógico, apresentam grande possibilidades e também desafios para atividades cognitiva, afetiva e social dos alunos e dos professores de diferentes níveis de ensino.

Levando em consideração as tecnologias digitais e a sala de aula, podemos relacionar com a cultura digital, tratada por Lévy (2010), reflete impactos culturais que as mídias e as tecnologias de informação e comunicação provocam nas artes, no entretenimento, na educação e na sociedade. Tais impactos são decorrentes do ciberespaço entendido como “rede” que tem origem da ligação mundial de computadores. Para Valente “na cultura digital as transformações afetam a maneira como vivemos e lidamos com o comércio, os serviços, a produção de bens, o entretenimento e a vida social” (VALENTE, 2018, p. 36).

A robótica reúne três elementos: mecânica, eletrônica e programação. Ou seja, se houver a possibilidade de controlar de forma inteligente um equipamento, teremos um equipamento robótico (ROSÁRIO, 2005).

Existem muitos tipos de robôs. Em filmes são apresentados os robôs que possuem inteligência própria e agem tomando decisões, geralmente são humanoides. Os robôs mais sofisticados que existem hoje conseguem caminhar, subir escadas e até abrir portas (ANGELO, 2007).

Robôs são usados principalmente nas indústrias. Onde são multifuncionais, tendo por objetivo a realização de tarefas variadas. Os robôs são reprogramáveis, projetados para atuar como manipuladores, fazendo movimentando peças e materiais. Também podem ter diferentes ferramentas adaptadas à sua extremidade, permitindo fazerem soldagem, pintura, furação, corte, polimento, entre outras funções.

Existem robôs industriais que geralmente são grandes e executam os trabalhos que seriam difíceis ou perigosos para o homem realizar. Estes robôs substituem o homem em tarefas que envolvem condições desagradáveis, tipicamente contendo altos níveis de calor, ruído, gases tóxicos, produtos químicos ou esforço físico extremo (ROMANO, 2002).

Os robôs também são adequados para realizar trabalhos monótonos (estafantes) e repetitivos com grande rapidez, sem perder a precisão.

4.2 A TECNOLOGIA APLICADA À EDUCAÇÃO

Atualmente o avanço no uso de recursos tecnológicos aplicados ao ensino é indiscutível. Amado; Carreira (2008), por exemplo, nos informam que "o professor, enquanto cidadão e profissional está hoje igualmente dependente do computador ou do celular". Muitas de suas tarefas necessitam de recurso tecnológico, tais como, o registro da avaliação dos alunos, registro de presença e recursos midiáticos utilizados na apresentação de aulas.

Referente a essa temática de tecnologia e inovação de conteúdos curriculares, ressalta-se o crescimento recorrente nos últimos anos na literatura internacional na área de pesquisa em ensino de ciência sobre a temática (KNEUBIL & PIETROCOLA, 2017). No início dos anos 2000 aparece uma série de artigos que visam tratar as inovações de conteúdo curriculares. Isto porque, segundo os autores destes trabalhos, as inovações de conteúdo são particularmente importantes no contexto dos currículos de ciências (MÉHEUT & PSILLOS, 2004).

Há a proposta que uma forma de tratar as inovações curriculares nessa área seria por meio de estudos em pequena e média escala de tempo, contrariamente às pesquisas mais tradicionais que envolvem estudos de longa duração (KARIOTOGLOU & TSELFES, 2000). Embora pareça uma barreira intransponível, a inovação em sala de aula nem sempre se torna uma dor de cabeça. Estes tipos de pesquisas enfatizadas do início do

século, se relacionam a emergência de projetos de atualização/renovação de currículos de ciências nos últimos anos, principalmente na Europa. Os trabalhos normalmente se propõem a avaliar o impacto de inovações curriculares (PINTO, 2002 e 2005; OGBORN, 2005; PIERS, 2008; CHANG et al., 2009; MANSOUR, 2010; KAHVECI, 2010).

A postura do profissional da educação atualmente é que este deve dominar um saber sobre produção social de comunicação cultural e, ainda, correlacionar este saber com mídias e multimídias (Resende e Fusari, 1994, p. 15).

Segundo Valente (1999) "a disseminação da informática na educação e os avanços de softwares educacionais estão mostrando que a distinção entre o uso do computador para ensinar ou para promover a aprendizagem é que é a grande questão". Dessa forma, a tecnologia, quando utilizada como recurso construtivista, se torna uma ferramenta poderosa no desenvolvimento de conceitos e acúmulo de conhecimento crítico, do que simplesmente ganho de conhecimento fatual.

Tais projetos se organizam normalmente em torno de propostas visando inovações, sejam elas de conteúdo, metodologia, ou organização das atividades de ensino-aprendizagem. Muitas se dedicam a estudar o papel dos professores e de suas crenças (COUSO & PINTO, 2009; HENZE et al., 2007; VAN DRIEL et al., 2005, VIENNOT et al., 2005) durante processos de inovação.

Um estudo divulgado realizado por Bittar; Guimarães; Vasconcellos (2008) apud Bittar (2000) mostram que há comprovações de resultados eficientes alcançadas por softwares aplicados ao ensino da matemática em escolas de ensino básico, porém os professores não têm utilizado efetivamente essa tecnologia em suas aulas, o que acontece inclusive nos cursos de formação de professores tanto inicial quanto continuada.

Talvez, possamos concluir que esta avalanche de pesquisas relacionadas ao tema inovação educacional, esteja diretamente ligada a percepção institucional salientada por Fourez (2003), que "algumas nações precisavam inovar para combater a crise emergente no ensino de ciências". Dessa maneira, governos cientes da fragilidade da educação cientifica que ofereciam, passaram a desenvolver uma nova política capaz de financiar projetos dedicados a investigar a inovação relacionada ao ensino de ciências. Sendo assim, a característica mais importante deste tipo de pesquisa é a de se aproximar dos condicionantes das escolas e das práticas dos professores de ciências de modo a

entender os limites e as possibilidades de propostas educacionais que gerem melhorias no ensino e na aprendizagem.

Cabe salientar ainda que, a estreita relação entre o modelo político dos países e o modelo de ensino parecia ser uma herança recebida, que estava exigindo grande esforço para reverter esta situação (MALTA, 2013). Um currículo tem sempre atrás de si condicionantes sócio-político-culturais, explícitos ou não, que determinam diferentes visões de homem e de sociedade com implicações no tipo de ensino que se desenvolve.

Isso se justifica tanto pela falta de integração proposta pela escola ao uso de tecnologias quanto pela ideia de inovação refreada por muitos profissionais dessa área.

Assim houve, principalmente na primeira década do século, a predominância de diferentes concepções de currículo, que determinaram diferentes enfoques curriculares, como o enfoque tradicional ou o racionalismo acadêmico, o processo cognitivo, a tecnologia do ensino, a auto realização e, mais recentemente, a reconstrução social. Malta (2013) citava ainda que essas modalidades nem sempre foram vivenciadas de forma pura e, até hoje, encontram-se sequelas ou resíduos, ora mais, ora menos, de um ou vários enfoques.

Diante do exposto, é natural que ocorra uma espécie de receio ao adotar uma tecnologia diferente do habitual em sala de aula. No entanto, muitos estudos indicam e aprovam o uso dessas tecnologias, tendo em vista que, de acordo com Silva (2005) “o professor deve abandonar o método tradicional, onde o aluno tem papel passivo, e busque métodos no qual se criem diálogo com o aluno e estimule a imaginação destes, de modo a conduzi-los a descoberta”.

O professor deve relacionar tecnologias, metodologias e atividades trazendo o mundo áudio visual para a escola, variar a forma de dar aula, deixando a repetição e a monotonia fora de aula, dessa forma a criatividade será desenvolvida melhorando a comunicação. Portanto a integração das tecnologias, as temáticas, as audiovisuais, as textuais, orais, musicais, lúdicas e corporais, facilitam a aprendizagem.

A Escola e o Ensino, através da evolução dos diferentes sistemas que os caracterizaram ao longo dos tempos, tiveram e tem por objetivo não só a transmissão de

conhecimentos, mas também a preparação dos cidadãos mais jovens para a sua integração na vida social da sua comunidade (GOMES, 2009/2010).

A escola atravessa momentos difíceis e os papéis dos interventores são questionados diariamente. Gomes (2009/2010) cita ainda que, dado origem a alterações e a mudanças na concepção organizacional, de estratégia e de objetivos da escola e do próprio ensino, a profissão docente deixou de ser uma mera transmissão de saber, exigindo-se muito mais ao professor no meio educacional.

Dessa maneira, a qualificação profissional para a docência no ensino básico e secundário implica para a adoção de uma abordagem de ensino diferenciada, que vá além das planificações e da implementação das metodologias adotadas visando o processo de ensino-aprendizagem.

Na atualidade, a profissão docente deixou de ser mera transmissão de saber, exigindo assim muito mais, uma vez que "ser professor não é uma questão de aprender a ensinar, mas sim, uma questão de descoberta pessoal, de bem utilizar e repassar o seu conhecimento" (COMBS, BLUME, NEWMAN & WASS, 1974). Conclui-se, assim, que a formação científica no seu ramo de saber, por si só, não é suficiente.

Sendo assim, enfatizamos que a escola não é vista da mesma forma como antes, nem a função do professor e muito menos a do aluno. Pacheco (2008) considerado por muitos como o pensador da educação, ilustrou em um artigo seu, ao qual citava Élise Freinet (1979), esta longínqua preocupação para com os alunos, pelo qual afirmava que "Há mais de meio século, Élise Freinet tinha consciência da obsolescência da organização do trabalho escolar centrada em aulas dadas para um (inexistente) "aluno médio", em tempos iguais para todos. Preocupava-se com a imposição de ritmo único a alunos que denotavam diferentes ritmos. Interrogava-se." (PACHECO, 2008).

4.3 INOVAÇÕES EDUCACIONAIS OBTIDAS

É perceptível o constante crescimento das diversas formas de tecnologia e nas mais diferentes áreas. Os avanços tecnológicos se encontram presentes em nosso cotidiano de tal modo que se tornam corriqueiros e de extrema necessidade. O mundo físico é reproduzido digitalmente, e assim, aumentam as formas dos serviços serem realizados. Como exemplos, temos as lojas virtuais onde é possível comprar e vender

mercadorias, os sites de bancos onde é possível realizar diversas transações financeiras etc.

O avanço das novas tecnologias interfere diretamente nas diversas possibilidades de lazer, entretenimento, pesquisa, relacionamento e trabalho. Muitas são as possibilidades de comunicação e acesso à informação disponíveis.

Neste contexto de avanços tecnológicos e suas diversas aplicações, encontra-se a informática e o uso do computador, presentes atualmente na maioria dos contextos e aplicações, por mais simples e naturais que sejam. O uso do computador, a pouco tempo atrás considerado desnecessário, hoje é considerado instrumento básico para o desenvolvimento da maioria das atividades ditas “modernas”, mudando a forma de agir da sociedade. Desse modo, pode-se concluir que a tecnologia e seus significativos avanços nos últimos anos, foram fundamentais nos mais variados campos do cotidiano da vida humana.

No âmbito educacional nada foi diferente, visto que, para docentes e discentes era necessário evoluir, sair do método de ensino tradicional e incorporar alternativas que facilitassem ao máximo o processo de ensino-aprendizagem. Essa adaptação não foi fácil, como não é até o presente, pois educação e tecnologia nem sempre foram aliadas, não se tratando da classe de aula. Todavia, era necessário que isso mudasse na atualidade.

Corroborando com a teoria, citamos aqui a respeito da dificuldade acentuada no campo da trigonometria, cujo qual, a dificuldade pode ser facilmente observada não somente no ensino-aprendizado, mas também na contextualização do assunto. No presente em que vivemos, ao observar pesquisas voltadas para o ensino-aprendizagem de Trigonometria, percebe-se que os educadores fazem uso de diferentes alternativas metodológicas para trabalhar Trigonometria em sala de aula.

Castilho (2019) afirma que utilizar Robótica Educacional permite a integração entre estudantes com diferentes tendências ou aptidões. Enquanto alguns gostam de “construir coisas”, outros gostam de elaborar circuitos elétricos, outros se identificam com ao gerenciamento de projetos e outros, possuem preferência pela programação. Papert (2008, p. 171) relata em seus estudos a proposta da robótica educacional como uma disciplina com característica construcionista.

Com o objetivo de tornar as aulas mais atrativas, mais presentes no cotidiano e que as atividades sejam atraentes para os alunos e que o professor utilize um material adequado. Santos e Gualandi (2016), baseados nas ideias de Turine e Pérez (2006)

afirmam que a utilização do material é dependente do profissional que o utiliza, assim como do conteúdo que será estudado, dos objetivos a serem alcançados e do tipo de aprendizagem a ser atingida.

Aliado a tudo isso, surge a dificuldade na compreensão de Matemática. Sampaio (2008) identificou como barreira, a aprendizagem de Trigonometria, que citou como uma prática docente superficial, que não enfatiza o processo histórico e evolutivo do conteúdo, desta maneira o ensino torna-se complicado, favorecendo a não compreensão de funções trigonométricas.

Desse modo, a tecnologia não pode ser apenas um instrumento difusor do conhecimento, pronto e acabado, mas precisa ser aproveitado como ferramenta para o desenvolvimento de sujeitos capazes de construir, estruturar e reestruturar seus próprios conceitos de modo autônomo.

As tecnologias podem ser classificadas de acordo com a necessidade de cada finalidade para que será utilizada; por exemplo, um professor poderá usar o computador na utilização de um software livre ou não para realizar sua aula. Outro ainda poderá usar o mesmo computador apenas com o propósito de realizar uma simples pesquisa de dados históricos e significados dependentes, bastando para isso apenas a utilização da rede mundial de conectividade, a Internet.

Ter uma metodologia bem definida ao realizar um trabalho interdisciplinar é fundamental, é um meio que nos possibilita atingir um determinado objetivo cognitivo. Construindo o conhecimento voltado para a inter-relação entre as disciplinas e os conteúdos destas, chegamos à inter-relação e conexão entre os conhecimentos de forma consciente. Professor e aluno têm o compromisso de participar da elaboração do conhecimento, pois este não existe a priori, pronto e acabado.

Marinho (2002) acrescenta que a tecnologia tornou-se uma ferramenta desafiadora para a mudança na escola. Mas a questão é como integrá-la à educação? Segundo ele, a escola tem consciência das mudanças que enfrentará para se adequar às exigências da contemporaneidade. Sua obrigação de preparar alunos para um mundo informatizado é clara. Porém, sabemos que a escola não está preparada para mudanças. O autor acrescenta que o computador possibilita ao aluno uma aprendizagem interativa, com fontes de informação diversificadas, transformando a escola em um local que constrói conhecimento.

Valente (2002, p. 52) afirma que os computadores estão presentes no processo de ensino e aprendizagem desde que foram criados. Segundo ele, "já foram utilizados como máquina de ensinar e atualmente são vistos como importante auxiliar na aprendizagem, entendida como fruto da construção de conhecimentos que o aprendiz realiza". O autor acrescenta que após a expansão dos microcomputadores nos anos sessenta, as escolas passaram a utilizar tais tecnologias no ensino, e com isso, houve a diversificação de modalidades de uso pedagógico. A partir daí o surgimento de jogos, linguagens de programação, etc. Ele afirma que essa diversificação tem continuado e, com o avanço da tecnologia, surgem novas possibilidades na educação.

Segundo Silva (2007), a idéia antiga que existia seria de que o currículo escolar era visto como processo de racionalização de resultados educacionais, cuidadosos e rigorosamente especificados e medidos. O modelo institucional dessa concepção de currículo é a fábrica. Sua inspiração "teórica" é a "administração científica", de Taylor. Isto posto, podemos afirmar que o currículo se torna um processo industrial e administrativo e essa nova idéia passou a ser aceita pela maioria das escolas, professores, estudantes e administradores escolares.

Silva (2007), fazia ainda uma breve referência à educação em seus estudos, nos quais pontuava que a sociedade capitalista dependia da reprodução de suas práticas econômicas para manter a sua ideologia. Sustentou que a escola é uma forma utilizada pelo capitalismo para manter sua ideologia, pois atinge toda a população por um período prolongado de tempo.

Com a globalização, a sociedade foi vivenciando sucessivas mudanças céleres, potenciadas pelo rápido desenvolvimento tecnológico nos meios de informação e comunicação, passando assim a exigir mais dos seus cidadãos (ARNÁEZ BRASCHI, 2015). Nesse contexto, a Escola adquiriu um papel de significativa relevância na integração dos jovens na sociedade, tornando-se um espaço obrigatório e adequado para os indivíduos desenvolverem as competências consideradas necessárias para uma plena participação na vida social. Apesar destas mudanças significativas na sociedade, Pacheco (2008), nos mostra, de maneira geral, um pouco da visão do ensino em Portugal, referindo que a escola é ainda, em geral, formalista e insistente a uma transformação em um centro de vida e movimento.

A seleção adequada de tarefas a utilizar em sala de aula e um olhar atento para as orientações curriculares e manuais escolares disponíveis são de grande importância no processo de ensino e aprendizagem, de modo a serem aspectos estritamente ligados à prática docente. As tarefas utilizadas pelos professores, em muitos casos, são retiradas dos manuais adotados pela escola.

De acordo com Gomes (2009/2010), a linguagem textual, visual e gráfica são os elementos mais valorizados pelos professores. Em contrapartida, a estrutura, organização e relação com as orientações curriculares são aspectos que, em geral, são colocados em segundo plano.

4.4 ENSINO DE CÁLCULOS E FUNÇÕES COM AUXILIO DA TECNOLOGIA

Sobre o processo de compreensão do sistema de numeração Alcântara et al., (2014) informa que, sabendo-se que os grupos sociais se formam por meio de quantificações e ordenações, compreender o sistema e numeração é ser capaz de resolver problemas é essencial no processo de integração social. Dessa forma, desenvolver uma prática pedagógica que propicie condições ao aluno compreender seus processos de resoluções, é um desafio aos docentes não só nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

Nesse sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais, ao destacarem os números e operações como um dos blocos de conteúdos a serem trabalhados nos Anos Iniciais, indicam que:

Com relação às operações, o trabalho a ser realizado se concentrará na compreensão dos diferentes significados de cada uma delas, nas relações existentes entre elas e no estudo reflexivo do cálculo, contemplando diferentes tipos — exato e aproximado, mental e escrito (BRASIL, 1997)

Olive e Makar (2010) argumentam que o conhecimento matemático e práticas matemáticas estão inextricavelmente ligados, e que esta conexão pode ser reforçada pelo uso de tecnologias. Eles desenvolveram uma adaptação de Triângulo didático de Steinbring (2005) que na sua forma original representa a ecologia de aprendizagem como interações entre aluno, professor de matemática e conhecimento. O uso da tecnologia para este sistema transforma o triângulo da ecologia da aprendizagem em um

tetraedro, com os quatro vértices compostos por estudante, professor, tarefa e tecnologia criando "um espaço dentro do qual novas conhecimento e práticas matemáticas pode surgir" (Olive; Makar, 2010).

Em seu documento mais recente, o Conselho Nacional de Professores de Matemática (NCTM, 2000) declarou: "A tecnologia é essencial no ensino e aprendizagem da matemática; influencia o que é ensinado e melhora a aprendizagem dos alunos".

As recomendações da Associação de Educadores de Professores de Matemática (AMTE, 2006) afirmam que os programas de formação de professores devem "fornecer oportunidades [para professores] para adquirir os conhecimentos e experiências necessários para incorporar tecnologia no contexto do ensino e aprendizagem da matemática".

Como os professores aprenderam o assunto não é necessariamente a maneira como seus alunos aprenderão no século XXI. Aprender determinado assunto com tecnologia é diferente de ensinar esse assunto com tecnologia. Poucos professores foram ensinados a ensinar seus assuntos com recursos tecnológicos.

Mas para a tecnologia se tornar uma parte integrante ou ferramenta de aprendizagem, ciência e professores de matemática também devem desenvolver uma concepção abrangente de seu assunto com relação à tecnologia e o que isso significa ensinar com tecnologia. Para tal, uma pergunta interessante que vem sendo questionada é: o aluno deve contar com a cabeça ou de cabeça?

O estudo de Oliveira (2017), que trata exatamente dessa interrogativa, ao interpretar o significado desse questionamento, nos informa que contar de cabeça está associado a um fazer que valoriza o uso de procedimentos e estratégias sem uma análise prévia dos dados do problema, não havendo um processo investigativo. Em contrapartida, o Contar com a cabeça preza pela investigação, procurando, por meio de estratégias, encontrar caminhos de solução que levem ao resultado correto ou aquele que atende as exigências do problema.

Dessa forma, a principal conclusão da autora sobre esse método é que o contar com a cabeça deve fazer parte de ações do ensino e aprendizagem da matemática, uma

vez que abrem possibilidades de resolução para as operações e os problemas que são propostos aos alunos.

Desse modo, esta pesquisa corrobora com a teoria de que aprender, compreende a promoção de estratégias de auto regulação nos alunos, e sendo também verdadeiro o fato de ser o professor aquele que possui uma posição exclusiva para desenvolver estas competências nos seus alunos, então, torna-se essencial que a planificação de aulas uma integração deste fator: a auto regulação. Esta afirmação permite-nos melhor compreender Fino & Sousa (2003) quando defendem que "a imprevisibilidade é a norma e a única habilidade que vale a pena treinar, é a de aprender autonomamente e ao longo da vida".

Muitos são os jogos e aplicativos que apresentam potencial educativo para o "cálculo com a cabeça", tornando a matemática uma ciência investigativa e não reprodutiva. Existem diversos aplicativos atualmente sendo utilizados para o estudo de operações matemáticas, frações, funções, conjuntos e afins. O aplicativo estudado nesse projeto foi desenvolvido no estado do Pará pela autora e seus orientadores Prof º Dra. Cinthia Cunha Maradei Pereira Campos e Prof º Dr. Carlos Alberto de Miranda Pinheiro. As especificações do trabalho será desenvolvido ao longo das referências metodológicas.

4.5 A ROBÓTICA AUXILIANDO A EDUCAÇÃO EM SALA DE AULA

A palavra robô tem origem da palavra tcheca robtnik, que significa servo, o termo robô foi utilizado inicialmente por KarelCapek em 1923, nesta época a ideia de "um homem mecânico" parecia vir de alguma obra de ficção (ALMEIDA, ROCHA SILVA, SILVA, VIDAL; 2017). Um Robô é uma máquina manipuladora, com vários graus de liberdade, controlada automaticamente, reprogramável, multifuncional, que pode ter a base fixa ou móvel, para utilizar em aplicações de automação industrial (CAMPOS, 2017). Os robôs são mecanismos automáticos que utilizam de circuitos integrados para realizarem atividades e movimentos humanos simples ou complexos (ARAÚJO, MOURA, SANTOS; 2017). Em conjunto com os sistemas robotizados, vem a ser instrumentos criados com habilidades diversas, tais como executar determinadas ações, reações e capacidade sensorial. Podem ser programados para desenvolver funções específicas, inclusive a

partir de uma sensação detectada. O fato de serem reprogramáveis é o que diferem os robôs de máquinas autônomas.

Adiante, surge a robótica, que vem a ser a ciência que estuda as tecnologias associadas a concepção e construção de robôs (MORAES; 1997). A robótica tem grande aplicação em diversas áreas desde a produção industrial, medicina até atividades domésticas (OTTONI; 2010). Historicamente falando, em meados do século XVIII, alguns modelos de artefatos mecânicos começaram a ser aplicados nas linhas de produção, tendo como um dos objetivos a redução dos esforços dos trabalhadores e, consequentemente fazendo com que ficassem apenas aqueles que se adaptassem ou apresentassem maior desempenho na operação com as máquinas (BARION, DA SILVA; 2019).

Além disso, podemos dizer que ela trabalha com o desenho e construção de dispositivos (robôs/máquinas) capazes de desenvolver tarefas realizadas por nós seres humanos ou que requerem o uso de sistemas inteligentes. Ela agrega um conjunto de conceitos básicos de cinemática, automação, hidráulica, pneumática, informática e inteligência artificial, que estão envolvidos no funcionamento de um robô/dispositivo. (D´ABREU, 2007).

A ciência entre os séculos XVIII e XIX adotava a mecânica clássica como modelo do pensamento científico, o que equivale a pensar nas coisas com mecanismos e sistemas fechados. Já no século XX, a ciência traz um modelo mais dinâmico, voltado para atender uma realidade cada vez mais competitiva e exigente entre a oferta de produtos e serviços ofertados pelas empresas (BARION, DA SILVA; 2019). Essa ideia nascida no século XX, surgiu com George Devol, conhecido como pai da Robótica Industrial, que através de grande inovação, proporcionou a introdução de robôs nas fábricas. (MODELICS ROBOTICS OPEN SOURCE; 2020).

Diante dessa concepção, surgiu a evolução e a transformação das tecnologias, pelo qual, foram cada vez mais aprimoradas conforme as necessidades humanas, melhorando processos e incorporando novas formas de posicionamento frente às mais diversas situações (KENSKI, 2012). Do final do século XX até o atual momento, as tecnologias digitais se tornaram ainda mais presentes, impulsionando dessa maneira uma mudança de mentalidade, influenciando a vida das pessoas, bem como alterando as

formas de atuação das organizações e exigindo, de todos, a adaptação aos novos cenários políticos, econômicos e sociais (MILL, OLIVEIRA; 2018).

Com o avanço dos tempos a evolução da robótica, que vem crescendo de uma maneira singular, os processos robóticos têm ficado cada vez mais eficazes quanto a realização de tarefas (ALMEIDA, ROCHA SILVA, SILVA, VIDAL; 2017). Diante desse conhecimento, surgiram os rumos futuros para a robótica que esta começaria a seguir. Um estudo feito nos Estados Unidos em 2009, o "Roadmap for US Robotics" mostra que ao longo dos últimos 50 anos, os robôs têm sido usados principalmente para fornecer maior precisão e rendimento particularmente para tarefas repetitivas, tais como solda, pintura e usinagem, e trabalho em ambientes de produção de alto volume e perigosos (GARCIA, VALÉRIO; 2014).

Ao nível do ensino com currículos alternativos, a robótica educacional também mereceu atenção. Ribeiro et al. (2009) recorreram à robótica de modo a promover a motivação de alunos em cursos CEF´s. Silva (2007), também junto do mesmo tipo de aluno, no ensino de física, conclui que o uso dos robots Lego Mindstorms teve um impacto muito positivo nos alunos, ao ponto dos próprios afirmarem que "contribuiu, de forma determinante, para despertar o entusiasmo e interesse", para além de lhe atribuírem um papel importante no esclarecimento dos conceitos físicos abordados.

Nas conclusões do seu estudo, este autor é incisivo no potencial da robótica na sala de aula ao afirmar que "nas aulas em que decorreram atividades experimentais com recurso ao Mindstorms, foram registadas melhorias significativas a nível de motivação desses alunos, que se refletiu no seu interesse/empenho, comportamento e participação, principalmente dos alunos mais indisciplinados e com maior dificuldade de concentração", sendo para o investigador uma mais-valia para o ensino da física.

Garcia e Valério (2014), em outro projeto, ainda complementam que, atualmente, automatizar tais operações sujas e perigosas tem envolvido principalmente a implementação de soluções robóticas personalizadas. Em diversos ramos a robótica acaba gerando impacto social positivo.

No sentido quando um robô é, na realidade, uma ferramenta para preservar o ser humano, como robôs bombeiros, submarinos, cirurgiões, entre outros tipos (OTTONI;

2010). Ottoni (2010) complementa ainda que, o robô pode auxiliar a reintegrar algum profissional que teve parte de suas capacidades motoras reduzidas devido a doença ou acidente e, a partir da utilização da ferramenta robótica, passa a ser reintegrado ao mercado. Além disso, vale salientar que estas ferramentas permitem que seja preservada a vida do operador.

No meio educacional, a robótica também exerce papel significativo de incentivo aos alunos. De forma bem simplificada, pode-se dizer que a Robótica educacional (ou robótica pedagógica) é um campo que envolve a montagem e a programação de robôs como ferramentas didáticas (MEDEIROS, WUNSCH; 2019). Em linhas gerais, a robótica pedagógica é composta por dois elementos fundamentais a serem citados: a prototipação e a programação (MILL, OLIVEIRA; 2018). Dessa maneira, é possível sugerir que, os seres humanos, sejam constituídos por técnicas que estendem e modificam seu raciocínio e, ao mesmo tempo, esses mesmos seres humanos estão constantemente transformando essas mesmas técnicas (BORBA, 2001).

Borba e Villarreal (2005) argumentam que o avanço das mídias acarretou mudanças no processo de produção do conhecimento e abordagem de diferentes estudos em sala de aula. Esse tipo de abordagem favorece o trabalho em grupo e a motivação dos sujeitos envolvidos (PEREIRA, 2013). Pode também ser utilizada nas demais áreas de conhecimento do Ensino Médio (AZEVÊDO; FIREMAN, 2017). Tal recurso permite aos estudantes serem ativos no processo de aprendizagem e colaborativamente interagirem em grupos (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003).

É por isso que adotamos uma perspectiva teórica que se apoia na noção de que o conhecimento é produzido por um coletivo formado por seres humanos com mídias, ou seres humanos com tecnologias e não, como sugerido por diversas outras teorias, por seres humanos solitários ou coletivos formados apenas por seres humanos (BORBA, 2001). Corroborando a visão epistemológica do construto teórico seres-humanos-com-mídias a qual enfatiza que o conhecimento produzido é condicionado pelas tecnologias, uma vez que atores humanos e não humanos se unificam formando um coletivo pensante e, dessa forma influindo um sobre o outro. (BORBA E VILLARREAL, 2005).

Nos dias atuais, nota-se que a robótica educacional está cada vez mais presente no cotidiano das escolas, não somente do Brasil, mas também pelo mundo afora, seja

como componente extracurricular ou até como componente curricular, atuando como elemento de incentivo tecnológico, integração social, inclusão digital e multidisciplinaridade (SANTOS, SILVA; 2020). Borba (2001) aborda que a integração da tecnologia no meio educacional, se torna uma extensão da memória, com diferenças qualitativas em relação às outras tecnologias da inteligência, permitindo assim que a linearidade de raciocínios seja desafiada por modos de pensar, baseados na simulação, na experimentação, e em uma "nova linguagem" que envolve escrita, oralidade, imagens e comunicação instantânea (BORBA, 2001).

Embora tenha adquirido significativa relevância no cenário educativo apenas no fim do último século em diante, a Robótica Educacional (RE) teve seu surgimento na década de 1960, quando seu idealizador, o matemático Seymour Papert, que tinha na aprendizagem o foco principal de seus estudos, passou a tentar entregar maior autonomia aos aprendizes para que estes se tornassem menos dependentes dos adultos como provedores de informação, propondo o uso de computadores na aprendizagem (SANTOS, SILVA; 2020).

Para que possamos nos integrar e ajudar a construir a continuidade da perspectiva de tecnologia e educação para a sociedade, precisamos interagir em muitas frentes. Por exemplo, na arena política, devemos convencer diferentes setores de várias sociedades de suas vantagens, e tentar mitigar a resistência daqueles que podem precisar abrir mão de certos privilégios para financiar e auxiliar a desenvolver tal perspectiva (BORBA, VILLARREAL; 2005).

O ambiente de estudos de Papert (1988) se constitui em uma inovação para que o computador atingisse o mesmo nível de eficácia de livros e cadernos, ou seja, o estudante ao utilizá-lo pode apresentar os aprendizados adquiridos no estudo de um determinado conteúdo, tornando-se o autor do trabalho realizado (POCRIFKA, SANTOS; 2009). Dessa maneira, o foco não era a máquina, mas a mente das crianças, ou como o próprio citava "a forma em que os movimentos intelectuais e culturais se auto definem e crescem" (Papert, 1988, p. 23).

Para Papert (2008), esse ambiente computacional no meio educacional possibilitaria aos aprendizes refletirem sobre a própria forma de pensar, a fim de obter o máximo de conhecimento a partir do mínimo de ensino (PAPERT; 2008). Ele acreditava

que o caminho para uma melhor aprendizagem deveria ser o aperfeiçoamento da instrução, de modo que a criança fizesse das máquinas um instrumento que lhe proporcionasse algum sentido no aprendizado (MILL, OLIVEIRA; 2020).

O ensino tem se transformado em algo cada vez mais moderno, atualizando-se constantemente e vivendo um processo de mutação continuo. Vale ressaltar ainda que a educação vive hoje uma realidade de inserção de novas tecnologias que trazem consigo novas maneiras de ensinar e avaliar o processo de aprendizagem (MACHADO MATOS, MATOS, NASCIMENTO, RODRIGUES; 2016).

Em vias desse contexto, as inovações tecnológicas e a robótica passam a exercer o que pode ser citado como tendo uma dupla função no âmbito educacional, principalmente no que diz respeito ao campo matemático, de forma que, primeiro incorporam-se ao rol de ferramentas que auxiliam nos processos administrativos e, segundo, como tecnologias educacionais, abarcando recursos com fins pedagógicos, adentrando as salas de aula em praticamente todos os níveis de ensino (MILL, OLIVEIRA; 2018). Em outras palavras, essas noções são adequadas para mostrar como o pensamento se reorganiza e com a presença das tecnologias da informação e que tipos de problemas são gerados por coletivos que incluem seres humanos e mídias como o lápis e papel e diversas facetas das tecnologias da informação (BORBA, 2001).

A robótica pode assumir diferentes formas de aprendizagens ao se integrar aos ambientes educacionais, duas delas mais visíveis do ponto de vista do ensino formal. A primeira é a robótica em si, compreendendo o design, concepção, montagem e programação de dispositivos, configurando-se em um componente mais técnico do que aplicável em contextos pedagógicos. Baranauskas et al. (1999) enfatiza que, do ponto de vista educacional, a robótica pedagógica pode ser definida como a utilização da robótica industrial num contexto onde as atividades de construção e controle de dispositivos, usando kits de montar e outros materiais, propicia o trabalho conceitual em ambiente de aprendizagem.

Todavia, há de se ressaltar uma segunda forma de integrar a robótica à educação, podendo ser feita incorporando dispositivos prontos aos temas normalmente estudados através de materiais didáticos como livros, vídeos, entre outros, constituindo-se ela própria em material didático. Neste sentido, é possível testar conceitos teóricos que, de

outra forma, dependeriam somente de memorização, que, uma vez aprendidos na prática seriam internalizados e, portanto, apreendidos. Conforme argumento de Castilho, Borges e Fagundes (2016), as propostas pedagógicas de robótica educacional consistem essencialmente em projetos criativos, que inicia com a proposição de um desafio após a explicação de determinado componente físico ou de uma sintaxe de programação.

Mill e Oliveira (2018) enfatizam ainda que, há muito o que se entender sobre as relações entre educação e tecnologias na sociedade em que vivemos atualmente, inserida em um cenário de rápido acesso às informações, pelo qual, a forma como ensinamos e aprendemos vem se transformando também em medidas diretamente proporcionais (MILL, OLIVEIRA; 2018). Para desenvolver os atributos tecnológicos relacionados a educação, é necessário que seja organizado em torno de quatro aprendizagens fundamentais, que necessitam o envolvimento dos estudantes, professores e gestores: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser (DELORS; 2003).

É importante citar acerca mais uma pesquisa relevante neste campo, cujo qual, Gomes (2009/2010) aplicou sua pesquisa na Ilha da Madeira, em Portugal, pelo qual, elaborou seu plano de ensino a médio e longo prazo, de modo que as aulas estivessem de acordo com as orientações do Ministério da Educação de Portugal. No módulo inicial de seu ensino, foi enfatizada a resolução de problemas e algumas outras atividades matemáticas.

Descrevendo a atividade, inicialmente foram resolvidos problemas no plano e no espaço com recurso a modelos de sólidos e ao quadro interativo para facilitar a visualização dos mesmos. Desse modo, foi realizada uma atividade investigativa para descoberta dos sólidos platónicos utilizando materiais manipuláveis “polidrons[2]”. Assim, os alunos desenvolveram uma atividade de pesquisa e, em seguida, desenvolveram um relatório sobre os sólidos arquimedianos.

Na sequência da atividade, os educandos construíram o modelo de uma bola de futebol. Para rever as coordenadas cartesianas desse projeto, no plano e no espaço usaram o software Geogebra. Além disso, foram desenvolvidas atividades investigativas

[2] Sinônimo de Polígonos

utilizando o mesmo software para a descoberta pelos alunos das condições que definem: os eixos coordenados, os quadrantes, as retas paralelas aos eixos coordenados, a bissetriz dos quadrantes pares, a bissetriz dos quadrantes impares e as relações entre as coordenadas de pontos simétricos relativamente aos eixos coordenados e a origem. Os domínios planos foram estudados com recurso ao software TI-SmartView no quadro interativo utilizado durante os estudos.

Ao final do 1º período de aplicação das atividades, foi realizado um jogo intitulado “Loto com sólidos arquimedianos”. Nessa atividade, os alunos aplicaram com entusiasmo os conhecimentos adquiridos nas pesquisas realizadas anteriormente. O tópico do programa vetores no plano e no espaço foi estudado novamente com recurso ao software Geogebra para facilitar e incentivar a aprendizagem dos alunos e foram realizadas fichas de atividades para a descoberta e dedução das operações e propriedades das operações com vetores. De fato, as inovações tecnológicas devem ser implantadas na escola por meio do currículo de cada disciplina, contribuindo assim com que as crianças exerçam atividades práticas democráticas.

4.6 O CONSTRUTIVISMO DE PIAGET E SUAS CONTRIBUIÇÕES

Construtivismo é uma teoria sobre a origem do conhecimento que considera que a criança passa por estágios para adquirir e construir o conhecimento. Tem como objeto de estudo da alfabetização a língua escrita (Nunes, 1990). Piaget em seus estudos buscou entender como se dá o desenvolvimento da inteligência nas crianças (LORENZATO, 2008).

Diversos foram os conceitos evidenciados em suas obras que possibilitaram um novo olhar sobre a Educação Infantil. Apesar de não se tratar de uma metodologia de ensino, a teoria piagetiana lançou luz ao modo como o sujeito aprende. A partir disso, foi possível integrar a teoria a diversas práticas, possibilitando um trabalho com vistas à construção do conhecimento pelas crianças (KAMII, DECLARK; 1992).

Afastando-se das teorias aprioristas e empiristas, Piaget afirma que o conhecimento é uma construção, ou seja, ele se desenvolve gradativamente por meio da interação entre o objeto do conhecimento e o sujeito. O próprio ainda afirmava que, o conhecimento resultaria de interações que se produzem a meio caminho entre os dois

(sujeito e objeto) dependendo, portanto, dos dois ao mesmo tempo, mas em decorrência de uma indiferenciação completa, e não de intercâmbio entre formas distintas (PIAGET, 1983).

É essa interação que possibilita que o conhecimento passe de um nível mais elementar para o complexo. Assim sendo, ele se constrói por meio da estruturação de esquemas mentais que possibilitam que a criança se adapte ao mundo (PIAGET, 1995). Piaget afirma que esses esquemas podem ser usados em diversas situações e de maneiras diferentes propiciando o desenvolvimento infantil.

Ao investigar como se dá o desenvolvimento das crianças, Piaget apurou que esse desenvolvimento acontece de forma gradativa por meio de construções e reconstruções de esquemas de forma sequencial e integrada em quatro estágios. Assim, o que é construído em um estágio é incorporado ao estágio seguinte para possibilitar novas formas de conhecimento. Esses estágios de desenvolvimento foram denominados por Piaget como sensório-motor, pré-operatório, operatório concreto e operatório formal (KAMII, DECLARK; 1992).

Vale salientar que a percepção e o entendimento a respeito dos níveis de conhecimento e dos conceitos apresentados por Piaget constitui uma base importante para o trabalho pedagógico a ser feito, primordialmente, na Educação Infantil tendo em vista o ensino e a aprendizagem da Matemática. Isso porque é nessa fase que o trabalho do professor é determinante para propiciar o desenvolvimento dos esquemas mentais básicos das crianças de forma que esta seja capaz de construir operações concretas e estabelecer relações lógicas proporcionando o desenvolvimento das estruturas de conservação, classificação e diversificação por séries (GARCIA, 1997).

A não utilização da teoria piagetiana às vezes acontece porque alguns profissionais ainda não têm formação para o magistério e outros, mesmo tendo essa habilitação (curso médio e/ou superior), parecem não conseguir estabelecer uma relação entre os conhecimentos adquiridos na formação e a organização de suas atividades didáticas. Esse fato ocorre em vários campos do conhecimento, principalmente em relação à Matemática.

Vale ressaltar que, apesar das várias produções de Piaget voltadas para a Matemática, é exatamente nessa área em que se encontra uma grande, senão a maior rejeição à sua teoria e, às vezes, há equívocos na prática daqueles que a utilizam, porque é compreendida como se fosse um receituário didático. Sob essa perspectiva, Kamii (1997) afirma que, quando um educador torna-se consciente da teoria do número de Piaget, sua primeira tendência é a de pensar sobre suas implicações pedagógicas dentro do âmbito do número. Na realidade, os professores às vezes não têm clareza de que a teoria piagetiana não trata de orientações pedagógicas, mas de conhecimentos que podem ajudá-los na compreensão do desenvolvimento infantil, de mostrar como as crianças aprendem.

Com vistas a desenvolver um trabalho que leve a criança a vivenciar as primeiras experiências Matemáticas na escola e consequentemente promover a construção das estruturas de conservação, classificação e seriação tão importantes para o estabelecimento de relações lógicas, o professor deve fundamentar seu trabalho considerando o conhecimento prévio das crianças, a utilização de material concreto, a diversificação das atividades e o ensino de noções básicas da Matemática (KAMII, 1997).

Além disso, é indispensável que o professor proporcione variadas situações e experiências para ensinar um determinado conceito, uma vez que essa diversificação favorecerá a construção deste pela criança. Em suma, a aprendizagem de conceitos e aquisição do conhecimento lógico-matemático são facilitadas no momento em que a criança repete a experiência de maneira diversificada (FIORENTINI, 2007).

Para ser numeralizado é preciso pensar matematicamente sobre situações, sendo necessário alguns pré-requisitos: conhecer os sistemas matemáticos de representação que serão utilizados como ferramentas; estes sistemas devem estar relacionados às situações nas quais podem ser usados; e ter da capacidade de entender a lógica dessas situações, as invariáveis, para que possamos escolher as formas apropriadas de Matemática. E completam citando que, desse modo, não é suficiente aprender procedimentos; é necessário transformar esses procedimentos em ferramentas de pensamento (NUNES; BRYANT, 1997).

Nessa perspectiva Piaget e Szeminska (1975) afirmam que não basta de modo algum à criança pequena saber contar verbalmente ‘um, dois, três etc.’ para achar-se na

posse do número. Assim, a escola não deve se dá por satisfeita ao ensinar a criança a contar e desenhar os numerais. Atividades mecânicas de reprodução e memorização não garantem a aprendizagem da Matemática.

Danyluk (2002) usa a mesma denominação para a aprendizagem da Matemática e da língua materna. Ela compreende que a alfabetização matemática diz respeito aos atos de aprender a ler e a escrever a linguagem matemática, usada nos primeiros anos da escolarização. Ela identifica-o como o fenômeno que trata da compreensão, da interpretação e da comunicação dos conteúdos matemáticos ensinados na escola, tidos como iniciais para a construção do conhecimento matemático. Ser alfabetizado em Matemática, portanto, é compreender o que se lê e escrever o que se compreende a respeito das primeiras noções de aritmética, de geometria e de lógica (DANYLUK, 2002).

4.7 A FUSÃO TECNOLOGIA E ENSINO

A evolução tecnológica e a sua integração no ensino tem sido uma das principais fontes para a alteração operada sobre a escola e o seu objetivo. Papert (2008) acredita que o computador poderá melhorar os ambientes de aprendizagem e alterar a relação da criança com o conhecimento. Para o mesmo, o conhecimento é construído ativamente pelos alunos, o que implica que educar consiste em proporcionar-lhes oportunidades de se ocuparem em atividades criativas, que alimentem este processo de construção de conhecimento.

Necessariamente falando, precisamos ter noções básicas introdutórias, além de enfrentar algumas idéias populares, acerca do que vem a ser um robô, cujo este, não é necessariamente um andróide, como alguns conhecidos do cinema como o Exterminador do Futuro, C-3PO ou diversos outros que possam ter dois braços, duas pernas ou a forma “humanoide” em geral (ARNÁEZ BRASCHI, 2015).

Os avanços mais significativos que marcaram o ritmo acelerado da modernidade são fruto da eletrônica. Para onde quer que olhemos, há um dispositivo eletrônico de apoio à vida diária, bem como em meio social, educacional, político, científico, cultural, etc. O desenvolvimento tecnológico nos fornece meios eficientes para fazer o mínimo esforço na realização diária de nossas atividades.

Por exemplo, se pensarmos em um sistema sem fio para controlar o funcionamento de vários dispositivos ou escadas rolantes. O projeto e a programação dessas ferramentas tecnológicas são simplificados a tal ponto que o conhecimento altamente especializado não é mais necessário para seu desenvolvimento. Basta ter um nível básico de conhecimento em programação e eletrônica e, claro, gana para aprender e poder fazer um protótipo robótico (COLLINS et al; 2004).

De acordo com Sousa (2000), se perguntássemos aos alunos qual a sua opinião sobre a escola, possivelmente muitos iriam responder que "a escola é uma seca e que os professores são chatos!", entre outras apreciações negativas. Para que esta conotação de escola mude, esta tem de acompanhar as mudanças sociais, culturais e económicas que ocorrem na sociedade e tem de se adaptar a elas (CAIRES, 2013).

Baseado nos conceitos relacionados ao método TLS, é fundamental enfatizar que, o desenvolvimento de uma sequência de ensino-aprendizagem pode ser entendido como a busca pela sua própria determinação frente àqueles que se relacionam com ela. A importância de pivôs ou padrões que guiem as discussões, desenvolvimento e aplicação surge da grande quantidade de facetas e interpretações que a sequência em construção pode assumir para aqueles envolvidos no processo (GURGEL et al., 2013).

Nesse contexto, surge a inovação tecnológica na sala de aula como fator para auxiliar e aprimorar a didática no ambiente. Silva (2011), cita que a "complexidade, a incerteza e a imprevisibilidade dos fenómenos sociais numa sociedade inovadora, exigem uma nova abordagem educativa que contemple novos quadros conceptuais, a construção de novos percursos formativos mais adequados a esta realidade".

Desse modo, concordamos com a teoria de Fernandes, Fermé & Oliveira (2007) quando afirmam que "a evolução das capacidades técnicas dos equipamentos informáticos e das possibilidades de comunicação em rede trouxe novas dimensões e novas possibilidades de trabalho. Mas a maioria das salas de aula (quer das escolas quer das universidades) não reflete esta mudança que acarretou também novos desafios pedagógicos".

Silva (2007) reforça ainda, acerca da utilidade das TICs ao citar o diferencial motivador entre as atividades existentes na sala de aula e as solicitações do mundo

exterior, concluindo ainda que "para reduzir este diferencial temos que desenvolver métodos de ensino que acompanhem essa evolução, desenvolver técnicas que motivem os nossos alunos para a aprendizagem. Para isso, ao invés de virar as costas a essa evolução, devemos abraçá-la e estudar formas de a adaptar para assim conseguir benefícios para os nossos alunos". O mesmo autor cita os exemplos da introdução das Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação, com as quais se criaram inúmeras oportunidades para promover atividades que estimulam os alunos a trabalhar colaborativamente.

A partir dessas ideias, vários pesquisadores europeus se dedicaram em produzir sequências didáticas, argumentando que a produção de atividades direcionadas à sala de aula de um tema específico é um tipo de pesquisa introdutória, envolvendo uma inter-relação entre projeto, desenvolvimento e aplicação de sequências de ensino sobre um assunto, geralmente destinado às poucas semanas, num processo cíclico evolucionário ilustrado por inúmeros dados de pesquisa (LIJNSE, 1994/1995).

D´Abreu (2008) postula que a escola (a brasileira pela sua experiência pessoal, mas que também pode ser levada para a portuguesa) precisa de uma melhoria qualitativa de modo a proporcionar ao aluno, o cidadão do futuro, uma educação condizente com as inovações tecnológicas. O autor propõe, assim, uma mudança de paradigma e defende que "uma forma de contribuirmos com essa mudança de paradigma tem sido o desenvolvimento de pesquisas em Robótica Pedagógica, envolvendo o uso de tecnologias de ponta da área de informática aplicada à educação, para enriquecer o ambiente de ensino-aprendizagem, num contexto onde também se privilegia o fazer como forma de aprender".

Assim, é essencial que os professores adquiram mais competências para aplicar e integrar as novas tecnologias, não só ao nível do ensino da Matemática e das Ciências, mas também ao nível de objetivos maiores como são o de ajudar crianças a aprender e a se desenvolver social, emocional e intelectualmente (BERS, NEW & BOUDREAU, 2004). Neste contexto, Gurgel et al. (2013) faz referência às suas experiências com a formação de professores em novas tecnologias, mais especificamente com a robótica, de modo a alcançar os objetivos buscados.

Para Silva (2007) a robótica tem um forte componente motivacional, pelo qual os alunos manifestam grande entusiasmo, interesse e empenho quando desenvolvem atividades envolvendo robôs. Esta adjetivação é confirmada por outros autores. Há quem diga, pela sua própria experiência, que o trabalho com robôs e crianças cria um ambiente elétrico havendo ganhos evidentes para as crianças (RIBEIRO et al., 2009).

Silva (2007) afirma que "sendo reconhecida como um aspecto fundamental para a maioria das teorias de aprendizagem, nomeadamente as de cariz construtivista, a motivação surge como uma das grandes potencialidades da Robótica Educativa". Para além disso, o mesmo autor conclui que "o fato de se depararem constantemente com obstáculos, faz com que os alunos desenvolvam mecanismos de resolução de problemas bem como outros parâmetros de maior importância: criatividade, persistência, rigor, imaginação, raciocínio lógico e capacidade de abstração", igualmente promovendo o trabalho em grupo e, dessa forma, desenvolvendo a capacidade de ajuda, de relação interpessoal e de comunicação (CARDOSO & SANTOS, 2008).

4.8 FORMA DE USO DA ROBÓTICA-PEDAGÓGICA EM SALA DE AULA

O crescimento do uso dos novos recursos tecnológicos nas escolas vem crescendo consideravelmente. O computador está presente no cotidiano escolar com maior frequência e intensidade do que a poucos anos atrás. Surge neste contexto, a Robótica Educacional como ferramenta auxiliadora no processo de ensino.

Atualmente o avanço no uso de recursos tecnológicos aplicados ao ensino é indiscutível. Amado e Carreira (2008), por exemplo, nos informam que o professor, enquanto cidadão e profissional está hoje igualmente dependente do computador ou do celular. Muitas de suas tarefas necessitam de recurso tecnológico, tais como, o registro da avaliação dos alunos, registro de presença e recursos midiáticos utilizados na apresentação de aulas.

A Robótica Educacional é também conhecida como Robótica Pedagógica, e é aplicada em ambientes educacionais onde o aluno pode montar, desmontar, programar e reprogramar um robô ou sistema robotizado. Estes sistemas proporcionam aos alunos momentos não só de aprendizado, mas também de lazer e entretenimento.

O ensino da robótica não trata apenas o ganho do conhecimento sobre tal assunto (montar e programar o robô), mas também é aplicado na intenção de auxiliar no

aprendizado dos conceitos de diversas disciplinas e ainda no ganho intelectual e de raciocínio lógico.

O principal objetivo da robótica pedagógica é fornecer um ambiente onde o aluno aprenda, não somente, como construir e manipular um robô, mas também todos os conceitos lógicos envolvidos no processo, estimulando ainda sua criatividade e raciocínio (CASTILHO, 2002).

A robótica tem aspectos multidisciplinares, tendo em vista que o ato de montar e programar um robô exige conhecimento em várias áreas. Diversos conceitos são abordados e almejados, como o desenvolvimento do raciocínio lógico, capacidade de solucionar problemas, trabalho em equipe, senso crítico, criatividade etc., pois junta a teoria à prática.

No ensino da robótica o professor deixa de ser o único provedor de informações e conhecimento e o aluno é estimulado a raciocinar sobre o problema a ser resolvido, buscando soluções em conceitos e aplicações de outras disciplinas envolvidas como matemática, física e computação.

Para se desenvolver o uso da Robótica Educacional, o aluno deve primeiramente detectar o problema a ser solucionado e em seguida entender como solucioná-lo de forma lógica e ordenada utilizando o robô. Durante a programação do robô, que possui linguagem de programação própria, há todo um pensamento sequencial sobre causa/efeito, no sentido de programar para obter a ação que realmente se deseja, o que é extremamente estimulante ao desenvolvimento do raciocínio lógico (CASTILHO, 2002)

O aluno tem ainda a comodidade de desenvolver a programação e em seguida testá-la, reprogramando caso os testes não sejam satisfatórios e testando até que se obtenha o resultado esperado, obtendo assim uma nova chance de corrigir os próprios erros e repetir sobre suas ações.

O robô, nesse sentido, é utilizado como elemento que auxilia no processo ensino - aprendizagem desde o ensino fundamental. Dentre as muitas vantagens pedagógicas do uso da robótica educativa, Zilli (2004), defende que a robótica educacional pode desenvolver as seguintes competências: raciocínio lógico, habilidades manuais e estéticas, relações interpessoais e intrapessoais, integração de conceitos aprendidos em diversas áreas do conhecimento para o desenvolvimento de projetos, investigação e compreensão, representação e comunicação, trabalho com pesquisa, resolução de

problemas por meio de erros e acertos, aplicação das teorias formuladas a atividades concretas, utilização da criatividade em diferentes situações, e capacidade crítica.

A Robótica pode ocasionar aos estudantes o treinamento com a programação, a matemática, adquirindo novos conhecimentos em um campo novo e favorecendo no desenvolvimento do raciocínio lógico, da trigonometria e de outras diversas áreas, que de fato é algo importantíssimo que deve ser aprimorado nas aulas de matemática.

Contudo, a Robótica pode se tornar um material didático importante para o desenvolvimento de alguma determinada aula, pois a torna mais encantadora, gerando automaticamente o interesse da participação dos(as) alunos(as), além de incentivar ao trabalho em equipe. A robótica para os estudantes do Ensino Básico está muito associada aos robôs, explorados pela cultura do cinema e da TV, como sendo autômatos dotados de inteligência artificial e mais eficientes do que os seres humanos em determinadas situações, mas a realidade da robótica está muito mais associada às engenharias de produção, sendo amplamente utilizadas nas linhas de produção automatizadas.

A robótica na educação é um ambiente profícuo para os estudos envolvendo Matemática e Engenharia (STOHLMANN; MOORE; ROEHRIG, 2012; WU; ANDERSON, 2015). Em um levantamento sobre trabalhos relacionados a robótica na educação publicados em três importantes eventos na área, Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), Workshop de Informática na Escola (WIE) e Workshop de Robótica na Educação (WRE), entre os anos de 2004 e 2014, Neto et al. (2015) identificaram um forte crescimento a partir de 2012. Os mesmos autores também ressaltam que dentre os 23 robôs construídos, 5 destinavam-se ao Ensino Médio.

Desse modo, o cálculo se torna o alicerce para projetar robôs, visto que, se não usar cálculos nestas tarefas, pode ser igual a ir a um lugar onde você nunca foi sem usar mapas ou perguntar a alguém como chegar, ou seja, se acertar na primeira será por acaso. Pode parecer massacrante aprender trigonometria, principalmente quando nos ensinam diversas fórmulas para que apenas possamos memorizá-las para um dia aplicarmos na prova. No entanto, dependendo daquilo que cada aluno escolher como profissão, isso poderá ser útil, principalmente para quem deseja ingressar na área tecnológica, na qual o cálculo é o alicerce de qualquer projeto, mesmo para uma simples regra de três, eles são fundamentalmente necessários.

Os autores também apontam que a maioria dos robôs de locomoção utilizavam de rodas e associam tal característica à alta complexidade de manipulação dos demais tipos de robôs como os humanoides, aéreos ou aquáticos. Homa (2021) apresentou em seus estudos os simuladores robóticos, cujo quais, buscaram-se integrar Matemática e Engenharia em um equipamento virtual que tem comportamento semelhante ao real, mas com vantagens relevantes para o uso da educação. O uso de braços robóticos reais envolve um complexo aparato tecnológico, problemas decorrentes pelo uso indevido, dificuldades com transporte, manutenção e armazenamento, inviabilizando o uso em sala de aula. Já os simuladores digitais não se quebram, não precisam ser transportados, não requerem configuração, manutenção ou ajustes.

Outra característica relevante dos simuladores está associada com o grau de realidade que o mesmo representa quando comparado com o equipamento real (HOMA, 2019), pois estes reproduzem parte das características dos equipamentos ou das interações com o ambiente virtual no qual está inserido, levando a diminuição da complexidade dos equipamentos virtuais.

Deste modo essa simplificação viabiliza o desenvolvimento das atividades em sala de aula de maneira que o foco da atenção seja as situações para a aprendizagem dos conceitos envolvidos e não nas dificuldades de manuseio dos equipamentos simulados. Dessa maneira, houve uma ligação de maneira simples e divertida, de modo que os alunos puderam aprender trigonometria e robótica, do modo mais prático possível.

É inegável que as tecnologias de informação estão onipresentes em nossas vidas e com elas as formas de vivermos, de nos organizarmos socialmente, de trabalhamos, ganham outra configuração. As possibilidades de acesso a essas mídias alteram não apenas nossas ações, mas nossa forma de pensar e de representar a realidade e, em se tratando da educação escolar, a maneira com que nós, professores, pensamos e fazemos educação.

De acordo com Moraes (1997), o simples acesso à tecnologia, em si, não é o aspecto mais importante, mas sim, a criação de novos ambientes de aprendizagem e de novas dinâmicas sociais a partir do uso dessas novas ferramentas. Com base nessa visão, o sistema educacional vem se adequando a essa nova perspectiva e buscando ferramentas que possam preparar os estudantes para esses desafios. O uso de novas tecnologias auxiliando professores tem se mostrado uma forma eficiente no que diz

respeito a melhoria nos rendimentos acadêmicos e no desenvolvimento de novas competências (PEREIRA, 2013).

Diante do exposto, cabe enfatizar que é natural que ocorra uma espécie de receio ao adotar uma tecnologia diferente do habitual em sala de aula. Todavia, muitos estudos indicam e aprovam o uso dessas tecnologias, tendo em vista que, de acordo com Silva (2005) o professor deve abandonar o método tradicional, onde o aluno tem papel passivo, e busque métodos no qual se criem diálogo com o aluno e estimule a imaginação destes, de modo a conduzi-los à descoberta.

Segundo Cunha et al (2015), é de fundamental importância que os educadores procurem outras práticas metodológicas, além de livros didáticos, quadro negro, giz e aulas expositivas, pois, para uma melhor qualidade do ensino é preciso que os mesmos estejam preparados para a construção de redes interativas, até em casos onde os recursos tecnológicos não sejam tão acessíveis, como em muitas unidades escolares, mas que seja fundamental que se faça uso dos que estão disponíveis.

O professor deve relacionar tecnologias, metodologias e atividades trazendo o mundo áudio visual para a escola, variar a forma de dar aula, deixando a repetição e a monotonia fora de aula, dessa forma a criatividade será desenvolvida melhorando a comunicação. Portanto a integração das tecnologias, as temáticas, as audiovisuais, as textuais, orais, musicais, lúdicas e corporais, facilitam a aprendizagem.

É possível amplificar esta perspectiva na medida que as habilidades, os procedimentos, os diferentes contextos e significados, bem como os atores e objetos mediadores são sempre foco de atenção. As atividades pedagógicas de uma instituição de ensino devem ser orientadas a apresentar forte contextualização e correlação com a realidade, com o intuito de aplicar conteúdos efetivamente significativos para o desenvolvimento de competências úteis e necessárias à realização profissional e pessoal do estudante (CAMARGO, FAUSTO; 2018). Como sabemos, a aprendizagem é baseada principalmente no relacionamento das pessoas e caracteriza a mudança de comportamento, pois desenvolve habilidades (VYGOTSKY; 1998).

Desde a década de 80, educadores consideram que, inevitavelmente, a informática atingiria a educação e a escola, assim como ela atingiria a sociedade como

um todo (MONTEIRO e Rezende, 1993 apud REZENDE, 2002). Com o advento da robótica no âmbito educacional, surgiu a possibilidade do desenvolvimento de competências que são desenvolvidas a partir da interação entre os sujeitos, através da montagem e utilização de protótipos robóticos, que são mediados com o auxílio do professor (ALVES, BARBALHO; 2018). A tecnologia e artefatos devem ser vistos entrelaçados com seres humanos e produção de conhecimento, pois diferentes tecnologias têm moldado a forma como as pessoas têm produzido conhecimento através da história (LEVY, 1993).

Vale salientar que, sob a luz dos possíveis benefícios para a aprendizagem dos alunos, podemos citar a construção de diferentes habilidades – sociais, emocionais, tecnológicas –, o aumento na concentração, habilidades na resolução de problemas, aprender a trabalhar em equipe – pois, ao passo que o jogo é desenvolvido, o aluno consegue refletir sobre o seu desempenho e tem a chance de 'tentar' novamente –, participar de iniciativas de cunho social – visando, desse modo, colocar em prática valores e atitudes –, oportunidades para experimentar e explorar novas formas de enxergar a importância dos conhecimentos científicos, entre outros (CHECHI, CLEOPHAS; 2018).

Em linhas gerais, a robótica apresenta inúmeras contribuições para o processo de ensino-aprendizagem, dentre as quais, podemos destacar a compreensão de conceitos, o desenvolvimento do raciocínio lógico, de estratégias para solução de problemas, por meio de erros e acertos e capacidade crítica e de competências para o trabalho coletivo, a aplicação do conhecimento científico e a capacidade de inovação e inventividade (SANTOS, 2010).

Cabe enfatizar aqui que, embora os resultados comprovem que a robótica educacional seja revolucionária e exploratória ao aluno, a aula expositiva seguirá sendo um elemento primordial e necessário no contexto educacional, sendo complementar às aulas exploratórias de robótica que aqui citamos. A conscientização dessas premissas junto aos educadores tem levado a um crescente interesse pela compreensão das chamadas metodologias ativas de aprendizagem, que nada mais são do que métodos que tem tornado o estudante protagonista do seu processo de aprendizagem, e não mais elemento passivo na recepção de informações (CAMARGO, DAROS; 2018).

As tecnologias propagam a informação, mas cabe diretamente ao professor aliar essa ferramenta ao seu objetivo, elaborar métodos capazes de facilitar esse aprendizado e trabalhar aproximando ao máximo sua aula da vivência e realidade do aluno, para que, dessa maneira, tenha um sentido real e significativo para o educando (FONSECA, OLIVEIRA, VENÂNCIO; 2018).

Quando alinhadas ao aspecto e relação educador-educando, ela possibilita diversas situações favorecedoras pedagogicamente, auxiliando os alunos em seu processo de aprendizagem e desenvolvimento, além de facilitar a compreensão e a assimilação do conteúdo estudado, promovendo um melhor ensino (CAMARGO, DAROS; 2018). Neste contexto, a tecnologia, de modo geral, se torna parte constitutiva essencial no processo de produção de conhecimento, tal como preceitua, as ideias do construto seres humanos com mídias tecnológicas (BORBA E VILLARREAL, 2005).

A preparação do ambiente e dos materiais pelo educador é fundamental para que o estudante tenha autonomia e autoria no processo da sua própria educação. Uma forma também de valorização do relacionamento interpessoal entre os aprendizes (MONTESSORI, 1965). Essa possibilidade de utilização de ferramentas tecnológicas para "fazer coisas" indica o fortalecimento das ideias dos estudantes e permite, segundo Papert (1994, p.134) "maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino", mas, vale destacar que as construções não acontecem espontaneamente, o papel do professor é fundamental na escolha da atividade, complexidade e conexão com os conteúdos curriculares que facilite a experiência, a colaboração e o desenvolvimento das habilidades desejadas (GAVASSA, 2020).

Dessa maneira, ao considerar robótica pedagógica um recurso que pode promover ambientes de aprendizagem diferenciados das metodologias tradicionais, nos quais o aluno constrói seu conhecimento, utilizando os mais variados materiais na experimentação prática das teorias estudadas em sala de aula, Oliveira (2007) define robótica pedagógica "como a atividade de montagem e programação de robôs, com a intenção de explorar e vivenciar aprendizagens".

Com isso em mente, observa-se que as teses e dissertações da temática convergem para modelos distintos variando conforme sua aplicação no contexto educacional. Ora se trabalha construção de dispositivos robóticos, proporcionando a

aquisição de habilidades próprias do letramento digital, ora se trabalha conteúdos disciplinares tendo os dispositivos como ferramenta.

Ao utilizar as metodologias ativas, problematizar a realidade como estratégia de ensino e aprendizagem viabiliza a motivação do discente, pois, diante do problema real, ele examina, reflete, relaciona e passa a atribuir significado às suas descobertas (CARMARGO, 2018). Nesse sentido, aprender por meio da resolução de problemas de sua área é uma das possibilidades de envolvimento ativo dos alunos durante o processo formativo. A robótica pedagógica é um campo propício ao desenvolvimento e integração de conteúdos interdisciplinares, bem como desenvolvimento da competência crítica, como apontam Lopes (2008), Santana (2009) e Silva (2009).

Pinheiro (2005) cita que a competência crítica faz-se por entender que o conhecimento matemático não é incontestável. Tudo leva ao questionamento da educação matemática, por conta disso, a matemática começou a ser questionada e os professores de matemática buscaram se atualizar para serem historiados e não apenas pesquisadores da ciência.

É possível adquirir conhecimentos científicos além de desenvolver habilidades técnicas de forma integrada, no sentido de aprender eletrônica, mecânica, computação dentre outras. Sendo assim, as próprias concepções teóricas sobre tecnologia interagem com a parte de procedimentos, apontando caminhos de como ver transformações associadas à tecnologia, quando dados e estudos de uma pesquisa são analisados (BORBA, 2001).

Dessa maneira, esse cenário educacional inovador, segundo Terra (2007), deve conter espaço suficiente capaz de gerar novas ideias, disseminar dúvidas e gerar impactos, restritos em sala de aula, ou amplos para a população de modo geral. Ou seja, deve ser uma inovação educacional compreendida em grande escala.

Carbonell (2002) complementa afirmando que essa inovação educacional, vem a ser um conjunto de intervenções, decisões e processos, de certo modo, com um grau de intencionalidade e sistematização, que tratam de modificar atitudes, ideias, culturas, conteúdos, modelos e práticas pedagógicas. E, por sua vez, introduzir, em uma linha renovadora, novos projetos e programas, materiais curriculares, estratégias de ensino-

aprendizagem, modelos didáticos e outra forma de organizar e gerir o currículo, a escola e a dinâmica da classe (CARBONELL, 2002).

Nesse contexto, matemática e tecnologias, principalmente a programação, possuem uma ligação forte, por exemplo, na organização por números binários, a álgebra e a lógica matemática, que compõem e facilitam o entendimento de programações e softwares. Advém desta afinidade, resultados oriundos de diversas pesquisas, cujo qual, encontram inúmeros resultados positivos através do uso da robótica no ensino de conteúdos matemáticos (RUEDELL, 2019).

4.9 O MÉTODO STEM NO CAMPO ENSINO-APRENDIZAGEM

O STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) apareceu, com essa denominação, recentemente no Brasil, embora a ideia exista há algumas décadas. Além de recente, ocorre de uma maneira peculiar. Muitas vezes é apresentado como uma metodologia de ensino embasada em um currículo inovador, ou seja, como uma forma de se ensinar algo nas escolas sem usar o temido modelo tradicional. Entretanto, STEM education (ou educação STEM, em português) não é exatamente uma metodologia, mas sim um movimento, resultado de uma transformação maior que muitos sistemas educacionais vêm passando globalmente (PUGLIESE, 2018).

Pugliese (2018) complementa ainda, acerca do surgimento do método, no fim da década de 1990 e início dos anos 2000, que foi oriundo de respostas referentes à duas questões principais, constatadas nos EUA: a primeira foi evidenciada pela beira do colapso econômico e empregatício relacionado à escassez de profissionais qualificados nas áreas STEM, e a segunda era entrelaçada ao fator dos alunos estadunidenses apresentarem baixo desempenho recente, na época, em exames internacionais padronizados como o PISA (sigla em inglês para Programa Internacional de Avaliação de Alunos), considerado a principal referência mundial para avaliar a qualidade do ensino nos diferentes países.

O grande desafio a ser superado seria encontrar uma prática de metodologias que possibilitassem umas práxis pedagógica, capaz de alcançar a formação do sujeito criativo, crítico, reflexivo, colaborativo, capaz de trabalhar em grupo e de resolver

problemas reais (CAMARGO, 2018). O método STEM foi a resposta ideal encontrada, pois este envolve uma certa multidisciplinaridade, por abordar as áreas ciências, tecnologia, engenharia, matemática e, em alguns momentos, artes. Por isso, o ensino vai muito além neste tipo de abordagem. Diversas matérias são trabalhadas simultaneamente de diferentes maneiras, fazendo com que o aluno tenha contato com novos e variados conceitos simultaneamente.

Aprender de maneira isolada não confere ao aluno a capacidade de aplicar o conhecimento. Para ser capaz de transferir o conhecimento a situações reais, os estudantes precisam aprender as estratégias cognitivas e os procedimentos (habilidades) inerentes a cada aplicação do conhecimento – ou seja, precisam desenvolver a competência. Nada melhor para desenvolver as estratégias cognitivas e habilidades correlacionadas do que a necessidade de solucionar ou resolver um desafio ou problema real e autêntico utilizando metodologias ativas de aprendizagem (CAVALCANTI, CLEOPHAS, LEÃO, NERI DE SOUZA; 2014).

Além de apresentar essa multidisciplinaridade, o STEM também se torna uma ótima ferramenta para estimular a autonomia nos estudantes, proporcionar maior facilidade na resolução de problemas e facilitar a integração cada vez mais eficiente com o mundo a sua volta. Em tese, os alunos aprendem aquilo que realmente será útil para seu dia a dia, de maneira muito mais dinâmica e livre que no modo como a educação é aplicada nos modelos tradicionais (CARMARGO; 2018).

As principais contribuições em âmbito internacional, por exemplo, têm sido apresentadas juntamente com o advento do Movimento *Maker*, instaurado em atividades educacionais, e que vem se consolidando nos últimos anos. O Movimento *Maker* caminha lado a lado com STEM, pois em ambos, a ideia é inovar, empreender e evoluir. Explicando de maneira simplificada, o movimento *Maker* é criar com as próprias mãos, seja com ajuda de um computador, impressora 3D, ou, ferramentas.

Embora pareça ser algo recente, diversos pesquisadores remetem a sua conexão com a ideia não tão nova do aprender pelo “fazer” ou “mão na massa” e que sempre foram pauta de reflexões no campo educacional (GAVASSA; 2020). Este tipo de movimento educacional tem o interesse de reacender o interesse pelas profissões que envolvam o STEM, com programas governamentais para criação de Makespaces e

FabLabs e por serem vistos como espaços desenvolvedores de uma série de benefícios educacionais (BEVAN; 2017).

Para Valente (1999) a materialização do pensamento se dá pela programação, já que o aluno precisa pensar de forma lógica e expressá-lo através de uma linguagem que o computador ou unidade de controle robótica entenda e execute suas instruções. Borba e Villarreal (2005) destacam que a visualização e experimentação pode ser considerada uma forma de raciocínio e classificam-no em dois níveis: um associado ao uso da demonstração formal; e o outro relacionado a solução de problemas para a elaboração e teste de conjecturas que buscam explicações a resultados matemáticos, como no caso das tecnologias, de modo geral, no meio pedagógico.

Se colocarmos em questão o método STEM, e de que forma ele se torna fundamental para a compreensão de conhecimentos matemáticos, encontramos que, as atividades dinâmicas prendem a atenção e o trabalho em grupo oportuniza a discussão sobre a melhor forma de resolução dos mesmos, com retomada e associações aos conteúdos matemáticos vinculados, pois os estudantes discutem entre si sobre as distâncias, os ângulos e conceitos das figuras geométricas, assim proporcionando trocas de conhecimento, perspectivas e vivências entre eles, habilidades estas, descritas como fundamentais no desenvolvimento deste método (RUEDELL, 2019).

Se olharmos em questões curriculares, STEM education tem como bandeira levar para a sala de aula temas contemporâneos da ciência e tecnologia. Isto é, busca incorporar algo que até poucos anos atrás não fazia parte do vocabulário do professorado: computação, robótica, programação, engenharia, tecnologia, design, ambientes virtuais, aplicativos, smartphones, games entre outros (ENGLISH, 2016).

Tal incorporação tem gerado pelo menos dois efeitos positivos no ensino de ciências. Um deles é que há um esforço, muitas vezes bem-sucedido, do ensino de ciências estar constantemente atualizado e ligado na inovação, mas sem perder de vista alguns de seus conceitos-bases. O outro efeito, e que extrapola a dimensão curricular, é o de promover iniciativas de aperfeiçoamento profissional e formação de professores. São incontáveis, em diversos países, os programas de formação de professores, sejam eles governamentais ou independentes. Quase invariavelmente a via de entrada de qualquer programa STEM na sala de aula começa pela formação de professores, o que é positivo

no sentido de promover capacitação do corpo docente de ciências para um currículo mais atualizado (BRACKLEY, HOWELL; 2015).

Alguns pesquisadores enfatizam ainda que, o método robótica na aprendizagem, já devia ter se tornado ferramenta fundamental para uso em sala de aula. Wildner (2015) cita, por exemplo, sobre a contribuição significativa no ensino de geometria plana do 9º ano do ensino fundamental. Em seu estudo Robótica Educativa: um recurso para o estudo de Geometria Plana no 9º ano do Ensino Fundamental, a autora considera que os conhecimentos prévios dos alunos e buscou que estes estabelecessem uma conexão entre Robótica e Matemática, por meio da geometria, em especial trabalhado com áreas e perímetros de figuras planas. Perante este estudo, Wildner (2015) conclui que a robótica pode sim ser um meio auxiliar na aprendizagem de determinados conteúdos matemáticos, não somente em ensino de geometria, como também em diversos outros campos da matemática (WILDNER; 2015).

4.10 FATORES DE IMPLANTAÇÃO DO STEM NA EDUCAÇÃO ESCOLAR

O ensino STEM baseia-se na interdisciplinaridade para engajar os alunos e gerar uma experiência rica e profunda de aprendizado. A sigla “STEM” se refere a áreas do conhecimento, como ciências, tecnologia, engenharia e matemática. O foco não é necessariamente ensinar conceitos desses campos para crianças, mas utilizar o mesmo método de pensar a educação desses ramos.

Por isso, a educação STEM é focada em projetos que carregam cenários do mundo real. Ou seja, a ideia é trabalhar com contextos relevantes, a fim de preparar melhor os estudantes para o mercado. Outra característica é a maior autonomia dos alunos, que são os protagonistas do próprio aprendizado e saem de uma postura mais passiva para uma ativa. Estimula também um uso consciente da tecnologia, de modo a ensinar atividades relacionadas, como programação de aplicativos/sites/jogos e robótica. Tudo isso de forma divertida e interativa.

Nos projetos dessa metodologia, estudantes se envolvem ativamente, criando coisas e chegando a resultados com base nas discussões e debates com colegas. Assim,

crescem juntos e desenvolvem características requeridas pelo mercado atual e futuro. Veremos mais sobre isso no tópico a seguir.

Ao colocar esses estudantes em contato com situações reais, é possível estimular o pensamento crítico e a cidadania deles, ajudando-os a entender qual o seu papel no mundo. Desse modo, eles crescem como profissionais e como seres humanos também, desenvolvendo consciência social. Esse tipo de pensamento consegue ir além das conclusões rasas e comuns ao investigar um problema de forma completa. Assim, estudantes passam a entender melhor o contexto em que vivem.

Como falamos, esses projetos são fincados em criações e envolvem uma postura mais ativa dos alunos. Por essa razão, eles desenvolvem a criatividade, sendo incentivados a pensar em diferentes soluções para um problema e diversas formas de chegar a essas soluções. Utilizando os recursos práticos e com apoio da tecnologia, os estudantes devem imaginar os cenários associados e construir ideias com base na capacidade criativa.

No geral, a participação escolar melhora, pois as crianças passam a se concentrar mais nas atividades escolares e a se dedicar aos projetos. Há uma motivação maior, visto que, o STEM, envolve recursos empolgantes e estratégias inovadoras de ensino. Não é somente a mesma atividade de sempre, característica das abordagens tradicionais.

Além disso, essa metodologia é fortemente baseada em trabalhos em equipe, o que estimula a participação de todos os envolvidos na construção de soluções e saídas para os problemas. Os alunos aprendem a lidar com os outros e a respeitar as ideias de cada um, bem como a se comunicar em busca de um ponto comum. Desse modo, as crianças desenvolvem capacidade de empatia, controle emocional e conseguem ainda auxiliar os colegas, enquanto crescem também.

O STEM é essencial a fim de preparar estudantes para o mercado moderno, desde a infância. Com métodos práticos, eles entrarão em contato com as novidades tecnológicas e conseguirão superar os principais desafios da educação tradicional para conquistarem as habilidades necessárias para uma vida pessoal e profissional bem-sucedida.

4.11 O ARDUÍNO COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA

Atualmente, nota-se em contexto mundial, que existem diversos cursos de robótica integrados ao ensino fundamental e médio, pré-estabelecidos em grades curriculares, como em competições de robótica, por exemplo (FRIEZ et al., 2016). As próprias aulas são frequentemente usadas para preparar para a competição. Os professores normalmente fornecem aos alunos várias formas de desenvolver esse conhecimento em robótica, auxiliando para praticar atividades de determinadas competições, com diferentes graus de foco em habilidades de programação (DEYLE E GUIZZO, 2012).

A ação infantil com a robótica educacional, e as respostas obtidas ao longo do desenvolvimento às ações das crianças, fez com que os educadores enxergassem com bons olhos a união entre tecnologia e educandos (VIRNES, 2014). Dessa maneira, percebe-se que a vivência da robótica e da programação torna o educando muito mais crítico, pois ele não se contenta simplesmente com uma resposta, mas sim, passa a entender que existem diversas maneiras de resolver um problema.

Talvez desse modo, constata-se assim que a principal ferramenta utilizada em sala de aula, principalmente devido ao baixo custo, seja uma das razões da aceitação e disseminação da plataforma Arduíno nas escolas. A possibilidade de se lidar com uma plataforma aberta, com um vasto conhecimento distribuído, permitindo construções de forma incremental e um acesso mais profundo às montagens, tem se tornado um atrativo formidável na consideração de tal plataforma para auxiliar no ensino e na aprendizagem (MEDEIROS,WUNSCH; 2019).

De forma sintética, Arduíno é uma plataforma de microcontrolador que, devido à facilidade de uso e à sua natureza aberta, tem alcançado enorme popularidade entre os entusiastas da cultura *maker* (MEDEIROS, WUNSCH; 2019). O Arduíno permite a realização do que se denomina de “computação física”, por meio da conexão de seus circuitos eletrônicos aos seus terminais, visando ao controle de dispositivos, tais como LED e motores, ou para a medição de variáveis, tais como temperatura e luminosidade (MONK; 2013).

Sua origem remete ao seu desenvolvimento na Itália como recurso para auxiliar no ensino de estudantes. Apenas em 2005 foi lançado comercialmente, por Massimo

Banzi e David Cuartielles, tornando-se um produto muito bem-sucedido entre fabricantes, estudantes e artistas, por causa da facilidade de utilização e da sua durabilidade (MEDEIROS, WUNSCH; 2019). Monk (2013) cita que um fator considerado chave no sucesso do Arduíno é a disponibilidade das licenças de forma gratuita (conforme o licenciamento da Creative Commons), o que permitiu o aparecimento de placas alternativas com custo mais baixo.

Em termos práticos, um Arduino é um pequeno computador que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele, ou seja, o que chamamos de plataforma de computação física ou embarcada, sendo um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software. Por exemplo, um uso simples de um Arduino seria para acender uma luz por certo intervalo de tempo, como 30 segundos, depois que um botão fosse pressionado.

Nesse exemplo, o Arduino teria uma lâmpada e um botão conectados a ele, cujo qual, aguardaria pacientemente até que o botão fosse pressionado; uma vez pressionado o botão, ele acenderia a lâmpada e iniciaria a contagem. Depois de contados 30 segundos, apagaria a lâmpada e aguardaria um novo apertar do botão. Você poderia utilizar essa configuração para controlar uma lâmpada em um closet, por exemplo. Esse conceito poderia ser estendido pela conexão de um sensor, como um sensor de movimento PIR, para acender a lâmpada quando ele fosse disparado. Esses são alguns exemplos simples de como você poderia utilizar um Arduino.

Ele pode ainda ser utilizado para desenvolver objetos interativos independentes, ou pode ser conectado a um computador, a uma rede, ou até mesmo à Internet para recuperar e enviar dados do Arduino e atuar sobre eles. Em outras palavras, ele pode enviar um conjunto de dados recebidos de alguns sensores para um site, dados estes que poderão, assim, ser exibidos na forma de um gráfico.

A mais recente placa do Arduino, a Uno, difere das versões prévias por não utilizar o chip FTDI, que conduz a USB para a serial. Em vez disso, ela utiliza um Atmega8U2, programado como um conversor USB para serial. Isso confere à placa muitas vantagens quando comparada à sua predecessora, a Duemilanove. Primeiro, o chip Atmega é muito mais barato que o chip FTDI, diminuindo o preço das placas. Segundo, e mais importante, ele permite que o chip USB tenha seu firmware atualizado,

para que o Arduino seja exibido em seu PC como outro dispositivo, tal como um mouse ou joystick de jogos. Isso abre uma série de novas possibilidades para o Arduino.

A mudança para esse tipo de novo chip USB tornou muito mais difícil para fabricantes criarem clones do Arduino Uno. Para programa-lo (fazer com que ele faça o que se deseja) é necessário utilizar o IDE do Arduino, um software livre no qual você escreve o código na linguagem compreendida por ele (baseada na linguagem C). O IDE permite que você escreva um programa de computador, que é um conjunto de instruções passo a passo, das quais você faz o upload para o Arduino. A partir daí então, ele executará essas instruções, interagindo com o que estiver conectado. No mundo do Arduino, programas são conhecidos como sketches (rascunho, ou esboço).

O hardware e o software do Arduino são ambos de fonte aberta, o que significa que o código, os esquemas, o projeto etc. podem ser utilizados livremente por qualquer pessoa e com qualquer propósito. Dessa forma, há muitas placas-clone e outras placas com base no Arduino disponíveis para compra, ou que podem ser criadas a partir de um diagrama. De fato, nada impede que você compre os componentes apropriados e crie seu próprio Arduino em uma matriz de pontos ou em sua PCB (Printed Circuit Board, placa de circuito impresso) feita em casa. A única ressalva que a equipe do Arduino impõe é que você não utilize a palavra “Arduino”. Esse nome é reservado à placa oficial. Daí a existência de nomes para as placas-clone como Freeduino, Roboduino etc.

Sendo assim, ele se torna uma forma fácil de implementar educação tecnológica nas escolas pode ser compreendida através do seu microcontrolador, que vem a ser, em linhas gerais, uma placa eletrônica fácil de ser manuseada, com a qual protótipos podem ser criados, com base em hardware e software livre; o elemento principal é o microcontrolador ATMEGA 328, um circuito integrado programável que tem a capacidade de executar instruções que estão em sua memória. Assim, o Arduino leva os dados através dos terminais de entrada, conectados a sensores que são os guias eletrônicos. Após o processamento dessas informações, ele as leva para um programa que você pode controlar todos os tipos de motores, luzes e atuadores.

O Arduíno tem sido, nos últimos anos, a principal contribuinte para a facilidade e no processo de aprendizagem com tecnologias, principalmente no que diz respeito à educação básica, bem como, a influência da plataforma no desenvolvimento de projetos

de pesquisa de mesmo assunto (MACHADO MATOS, MATOS, NASCIMENTO, RODRIGUES; 2016).

A plataforma Arduíno, é uma plataforma open-source baseada em uma prototipagem eletrônica integrando hardware e software de maneira simples, flexíveis e de fácil uso, destinado as mais diversas áreas do conhecimento, principalmente a computação, eletrônica, a mecatrônica e robótica, mas podendo ser usada por qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos, de maneira simples e rápida, ou seja, é uma plataforma composta basicamente por dois componentes: a Placa e a IDE.

A placa pode ser entendida como o hardware do sistema que será estruturada para receber os projetos ou sistemas implementados e o IDE, que nada mais é que o software que irá operacionalizar o hardware, como um computador. Além disso, é possível adicionar na placa diversos tipos de componentes eletrônicos direcionados e programados para um determinado projeto. (CAVALCANTE et al., 2014)

Conforme citado anteriormente, o Arduíno utiliza um microcontrolador ATMEGA (chip controlador gravável) com a função de receber e entregar o fluxo de informações com o controle p or software (SILVA et al., 2014). A linguagem de programação utilizada é um conjunto de funções da linguagem C/C++ com algumas mudanças.

Com o Arduino na condição de um controlador, é possível o desempenho de uma série de tarefas relacionadas com robótica. A atividade de um robô pressupõe autonomia de ação, para isso é necessário que ele “sinta” o ambiente em que está inserido e “aja” conforme os objetivos que foram estabelecidos para ele. Dessa forma, ele precisa ter “sensores” para perceber o que acontece no ambiente e coletar informações. Existem sensores de luz, proximidade, temperatura, som e infravermelho.

Importante salientar ainda que, o Arduíno utiliza diversos tipos de portas para a comunicação com sensores e atuadores, de modo simples podemos chamar essas portas de digitais ou analógicas, as portas digitais possuem apenas duas situações, desligado ou ligado, zero ou um, gerando nessa porta uma saída de 0 ou 5V respectivamente. Essa porta é utilizada, por exemplo, em projetos para quando quisermos mandar ou receber

um sinal, como ativar ou desligar uma lâmpada, ou saber o estado de um botão (se ele está ativado ou não), essas portas podem ser tanto de entrada ou de saída.

Existem também as portas analógicas, que por padrão são portas de entradas e que podem possuir valores variáveis de tensão entre 0 a 5V, assim, podemos fazer uma escala entre essas tensões de entradas e usar como métrica em medidas, porém, essa métrica tem valores digitais entre 0 a 1023 bits, ou seja, os valores lidos pelo controlador podem corresponder entre 1 a 1023 bits. Podemos citar ainda que, é possível transformar algumas portas digitais portas de saídas analógicas, porém, os valores de saída corresponderão a uma escala entre 0 a 255 bits, são chamadas de portas PWM e são usadas por exemplo para variar a tensão em motores ou lâmpadas.

Aguiar (2017) cita que "para você utilizar o Arduíno, é preciso dizer para ele o que fazer como em qualquer computador". Todavia, deve ser utilizada a linguagem de programação, pelo qual, é necessário que se conheça, ao menos, o básico acerca de programação, que hoje graças à internet, existem inúmeros materiais gratuitos além de diversos livros sobre algoritmo, de fácil e rápido acesso, para que qualquer um seja capaz de produzir seus códigos para o Arduíno.

4.12 PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES DO ARDUÍNO NA APRENDIZAGEM

A robótica sendo utilizada na escola mostra-se como um meio intensificador do conhecimento pois proporciona que situações específicas de aprendizagem possam ser criadas a partir do uso de dispositivos robóticos. Assim, "do ponto de vista pedagógico, um dos grandes benefícios é o de realizar atividades com o objetivo de identificar e empregar os conceitos de ciências neles envolvidos, relacionando-os com as diferentes disciplinas do currículo escolar" (VALENTE et al., 2007). Desta maneira, conforme Benitti et al. (2009), por meio da robótica os alunos podem explorar novas ideias e desvendar novos caminhos para aplicar os conhecimentos adquiridos em sala de aula, fazendo com que desenvolvam a capacidade de formular hipóteses, estabelecer relações, tirar conclusões e resolver problemas.

Tais afirmativas são constatadas através de diversas pesquisas nessa área. Vieira et al. (2017), por exemplo, declara que a inserção dos três pilares da robótica (mecânica, eletrônica e programação) nas escolas pode colaborar para uma formação básica sólida,

que será consideravelmente importante na graduação. Tal fato foi constatado através de seu trabalho, que consistia na estruturação de uma oficina para construção de protótipos robóticos por estudantes da rede básica, e na aplicação de um questionário, para verificação do interesse e da importância da robótica pedagógica para os alunos.

Ao analisar o contexto escolar atual, nota-se que o docente, cada vez mais, tem o desafio de transformar sua aula em um espaço de constantes provocações, que estimulem a criatividade e o raciocínio lógico-matemático, que o educando possa comparar situações e formular soluções variadas, sendo o agente na construção de seu conhecimento (RUEDELL, 2019).

Muito se tem falado na atualidade sobre buscar atividades diferenciadas para o ensina de diversas disciplinas, bem como sobre a importância da utilização de atividades mais dinâmicas e interativas, na tentativa de convencer e chamar a atenção do educando, despertando assim, a vontade de aprender. Todavia, assim como afirmam Bona e Ribeiro (2016) apenas ter a tecnologia digital em sala de aula, não garante o envolvimento dos alunos nas atividades, pois é necessária e fundamental uma ação, uma prática, um planejar, um pensar docente sobre como explorar esse recurso para um fim específico (BONA e RIBEIRO, 2016).

Caminhando nesse percurso, percebemos diversas contribuições frente a aplicação do Arduíno em escolas brasileiras, que tornou-se uma ferramenta capaz de despertar essas provocações nos alunos. Aguiar (2017) cita ainda que, o Arduíno foi a plataforma escolhida pelo fato de ter muitos materiais disponíveis gratuitamente, além de ser OpenSource (ou seja, livre) e ser bem mais barato que os outros kits comerciais de robótica existente no mercado e que por isso se adequa mais a realidade das escolas do ensino médio. Além do Arduíno temos também vários outros materiais (inclusive kits na internet), cujo cada professor pode se adequar ao material que quiser adquirir e utilizá-lo, desde que dentro da referida plataforma.

Em nossos estudos, buscamos encontrar contribuições quanto ao uso da plataforma em diferentes tipos de pesquisa, mais especificamente na análise de teses referentes ao tema. A educação tecnológica responde por parte das atividades práticas na robótica e são caracterizadas, em grande parte, pela elaboração, montagem e

programação de artefatos robóticos, direcionadas, sobretudo aos alunos de anos finais do ensino fundamental.

Na região nordeste, por exemplo, mais precisamente na cidade de Juazeiro do Norte, no estado da Bahia, um estudo aplicado por Machado Matos, Matos, Nascimento e Rodrigues (2016) apresentou como resultados de aplicações em duas escolas de ensino fundamental, pelo qual, ambas tiveram contato inicial com a plataforma na própria escola, visto que ambas possuíam projetos envolvendo a utilização da plataforma (MACHADO MATOS, MATOS, NASCIMENTO, RODRIGUES, 2016).

Esse estudo, obteve como resultado principal a representação da ideia sobre a ferramenta, cujo qual, quando utilizada, desperta no educando a vontade de aprofundar seus conhecimentos, uma vez que, tendo o aluno iniciado o processo de programação do Arduíno, se faz necessário possuir uma base de informática, como também, o auxílio necessário caso o mesmo possua alguma dificuldade com a disciplina (MACHADO MATOS, MATOS, NASCIMENTO, RODRIGUES, 2016).

Dessa maneira, percebe-se ainda que, o Arduíno desperta também, a capacidade de o aluno aprimorar seu raciocínio. Com o contato diante dessas novas experiências, as instituições de ensino estão se adequando a novos meios de inserção das tecnologias digitais da informação e da comunicação dentro do contexto da sala de aula, desenvolvendo nos estudantes, novas maneiras de pensar, racionar, desenvolvendo assim novas habilidades cognitivas. (SOUSA, MOITA e CARVALHO, 2011).

Seguindo ainda na região Nordeste, citamos aqui a pesquisa Robótica Educacional com Arduíno como ferramenta didática para o ensino de física (AGUIAR, 2017), do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Ceará. Através da abordagem neste estudo, foi proposta a utilização da robótica com materiais de baixo custo como uma ferramenta didática para melhorar a compreensão de diversos fenômenos físicos.

Todavia, constata-se que, quando trabalhamos a robótica dentro da sala de aula ela não se limita a determinados assuntos, o conteúdo de ciências está divido em partes nos livros didáticos para uma facilidade na metodologia do ensino, mas na natureza os assuntos não são fragmentados, um fenômeno físico não pode ser explicado em sua totalidade por apenas um assunto da física (AGUIAR, 2017).

Partindo para a região Sudeste, encontramos o estudo de Júnior et al. (2013), pelo qual, desenvolveu o Programa de Educação Tutorial da Engenharia Elétrica da Universidade Federal Fluminense (PET-Elétrica UFF). Segundo Júnior et al. (2013), o programa PET-Elétrica da UFF desenvolve as aulas de Robótica Educacional como ferramenta de aprendizado para o Ensino Médio.

Este programa possui como objetivo principal, instruir estudantes em atividades práticas que tracem paralelos entre disciplinas teóricas apresentadas no Ensino médio, como Física e Matemática com o uso dos kits Lego Mindstorms NXT. Com isso, os alunos poderão criar experimentos onde será posto em prática a teoria das salas de aulas. Além disso, os alunos terão a chance de se aproximar de certos assuntos que se tornam enormes fontes de aprendizado e diversão, como é o caso da Robótica e Programação (JÚNIOR et. al, 2013).

Em outro estudo na região sudeste, dessa vez na cidade de São Paulo-SP, a pesquisa Controle Remoto: observando códigos com o Arduíno (BUENO, CAVALCANTE, RODRIGUES; 2014) apresentou uma abordagem pelo qual, o Arduíno passara a atuar como um microprocessador, que receberá sinais digitais advindos de controle remoto, em uma de suas portas digitais. Utilizando uma biblioteca especificamente criada para estes receptores, o Arduíno fornece em sua saída serial a frase recebida em Hexadecimal em binário ou decimal. Para cada código recebido, associou-se na programação uma ação, como por exemplo, ligar um LED, alterar a cor de um LED RGB, ou ainda alterar a sua intensidade (BUENO, CAVALCANTE, RODRIGUES; 2014).

Bueno et. al. (2014) cita ainda que, tal experimento demonstra ser um interessante recurso para ilustrar a Física Moderna através do uso da tecnologia, pois além de propiciar uma boa interatividade dos alunos com o dispositivo, os materiais utilizados são de baixo custo e de fácil acesso para todos os professores, possibilitando uma fácil difusão nas escolas.

Dessa maneira, constata-se a facilidade de utilização dessa plataforma, bem como, a acessibilidade quanto ao preço, fatores que tem facilitado e instigado a criação de projetos em escolas de ensino básico. Os alunos dessas instituições não só tiveram e têm o seu processo pedagógico de aprendizagem transformado e facilitado como também, passaram a competir nacionalmente e internacionalmente. Percebe-se então, a

necessidade de demonstrar e representar qual tem sido a relevância da utilização da plataforma Arduíno como fator de participação na aprendizagem da disciplina de robótica e de que forma essa plataforma tem contribuído para a motivação e facilitação do processo de aprendizagem.

Essas constatações nas pesquisas encontradas, nos levam a compreender o que era afirmado por Christensen, Horn e Johnson (2012), pelo qual citavam que, o processo de ensino-aprendizagem deve ter como elemento principal a motivação, com o intuito de gerar o engajamento dos alunos no processo de aprendizagem, levando-os a assumir a responsabilidade pela sua aprendizagem e desenvolvimento e assumir o protagonismo estudantil. Experiências como atividades realizadas em grupos, mais de um professor na classe acompanhando a execução de tarefas, realização de projetos, solução de problemas reais e estudos de caso são estratégias que, se bem conduzidas, podem gerar uma verdadeira inovação pedagógica.

CAPÍTULO

05 Metodologias Investigativas da Pesquisa

A ampla utilização de sequências didáticas para o ensino de Matemática tem colaborado de forma atenuante para o aumento do conhecimento acerca da sua base teórica e na observação de experiências já relatadas no ensino com o uso dessa ferramenta. De acordo com Zabala (1998, p.18) uma sequência didática se caracteriza pelo "conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos", é importante enfatizar que alguns teóricos discordam que a sequência didática tenha um fim ou resultado conhecidos pelos alunos e professores, pois argumento que o fim é conhecido somente pelos professores.

Para a estruturação da sequência didática foi adota alguns aspectos abordados por Cabral (2017) acerca do seu formato e construção, e como são exploradas e determinadas a ordem das atividades.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento desse estudo se apoia na pesquisa qualitativa e quantitativa, por ser um procedimento que implica na coleta de dados e análise dos mesmos. Sobre a pesquisa quantitativa, esclarece Fonseca (2002):

> Diferentemente da pesquisa qualitativa, os resultados da pesquisa quantitativa podem ser quantificados. Como as amostras geralmente são grandes e consideradas representativas da população, os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real de toda a população alvo da pesquisa. (FONSECA, 2002).

No caso de pesquisa conjunta, onde se trabalha uma análise qualitativa e quantitativa, esse mesmo autor nos fala que "A utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente". (Fonseca, 2002).

Quanto à abordagem, de acordo com o autor supracitado, a pesquisa científica é o resultado de um inquérito ou exame minucioso, realizado com o objetivo de resolver um problema, recorrendo a procedimentos científicos. Investiga-se uma pessoa ou grupo capacitado (sujeito da investigação), abordando um aspecto da realidade (objeto da investigação), no sentido de comprovar experimentalmente hipóteses (investigação experimental), ou para descrevê-la (investigação descritiva), ou para explorá-la (investigação exploratória).

Dessa forma, esse estudo se qualifica como pesquisa experimental, pois segue um planejamento rigoroso, através de elaboração de um planejamento de adoção das respectivas plataformas de ensino, as aplica e avalia a qualidade do aprendizado após a aplicação das mesmas. As etapas de pesquisa iniciam pela formulação exata do problema e das hipóteses, que delimitam as variáveis precisas e controladas que atuam no fenômeno estudado (TRIVIÑOS, 1987).

Quanto ao universo da pesquisa, a mesma adotará, para análise das informações, alunos do gênero masculino e feminino do 6º ao 9º ano do ensino fundamental de escolas selecionadas dos municípios de Marituba, Ananindeua e Senador José Porfírio, localizados no estado do Pará. As atividades a serem desenvolvidas compreendem levantamento de dados acerca das notas atuais dos alunos dessas escolas quanto a matéria de matemática. Utilizando essa estatística, através do processo de amostragem, ou seja, investigando qualquer parte da população (MATTAR. 1999), podemos conhecer melhor o universo pesquisado, ou seja, a partir de amostras de alunos viabilizamos o melhor entendimento sobre a evolução das notas escolares nos municípios selecionados.

Em seguida, se propõe verificar, através dos dados coletados do estudo e analise de que forma os simuladores de braços robóticos podem ajudar no ensino aprendizagem dos alunos, seja por meio da realização de competições dentro da própria sala ou torneios entre turmas. Para a obtenção e análise da evolução das notas escolares em matemática, o presente estudo utilizou o método de abordagem quantitativo, longitudinal e correlacional, onde ao longo de seis meses, será avaliada a evolução das notas escolares desses alunos e a receptividade dos mesmos e também dos professores a essa nova abordagem de ensino.

A investigação terá como instrumento de pesquisa e coleta de dados documentos referentes às notas dos alunos antes e após o uso das ferramentas, bem como formulários de satisfação com o intuito de identificar os níveis de motivação de professores e alunos a partir do uso da robótica para a realização de funções trigonométricas para posterior análise do material coletado.

5.1 METODOLOGIA DE USO DO LÚDICO NA APRENDIZAGEM

Um dos maiores desafios que os educadores enfrentam hoje é o de engajar um amplo grupo diversificado de alunos. Os alunos chegam à experiência de aprendizado com diferentes graus de motivação, compromisso, habilidade e estilos de aprendizagem ou abordagens. Azriel et al (2005) diz que "independentemente da idade ou condição econômica, étnico ou social, as pessoas entendem a linguagem do jogo“.

Um ambiente de aprendizado passivo não irá estimulá-los. Como crianças necessitam de maior ritmo e interatividade na vida em geral, é natural que estes precisem de excitação e interatividade para apoiar sua aprendizagem.

Atividades lúdicas, como jogos, são agradáveis e interativas e os alunos respondem naturalmente para este tipo de dinâmica de aprendizagem. Se a aprendizagem ocorrer, os alunos devem ser motivados a aprender (Calahoun, 1980).

Race (2006) fala sobre os alunos que idealmente "querem" aprender - estes são os alunos intrinsecamente motivados que aprenderão em praticamente qualquer ambiente. Eles são motivados pela aprendizagem em prol da aprendizagem e são os alunos mais fáceis de se trabalhar. Os jogos podem criar uma vontade de aprender quando essa motivação não está naturalmente no ambiente.

Lúdico, segundo a definição de Almeida (2009) se refere a atividades que envolvam jogar, brincar, ser espontâneo, e passou a ser reconhecido como elemento essencial de psicofisiologia do comportamento humano, não possuindo mais o simples significado de “jogo”.

No entanto, o jogo, enquanto atividade lúdica estimula na criança diferentes esquemas de conhecimento, além de ser prazeroso. Segundo Rau (2007) várias questões podem ser trabalhadas a partir da aplicação de jogos, como por exemplo, ensinar ao aluno a lidar com a ansiedade; refletir sobre limites; estimular a autonomia; desenvolver e aprimorar as funções neurossensoriomotoras; desenvolver a atenção e a concentração; ampliar a elaboração de estratégias; estimular o raciocínio lógico e a criatividade.

O número de atividades lúdicas tem crescido nas escolas e seu significado, aprimorado. Dohme (2003), por exemplo, afirma que a ludificação pode ser utilizada "como metodologia agradável e adequada às crianças, fazendo acontecer o aprendizado das coisas que lhes são importantes e naturais de se fazer, respeitando as características próprias das crianças".

5.2 A METODOLOGIA TLS EM SALA DE AULA

Na atualidade, a busca por uma aprendizagem significativa está cada vez mais afluente na literatura do Ensino de Matemática e outras ciências exatas, e no anseio por este objetivo, encontra-se práticas pedagógicas na vanguarda no mundo educativo, que literalmente buscam uma revolução nos modelos de ensino-aprendizagem.

Seguindo esta perspectiva, Smith (2001) argumenta que a conexão com situações autênticas da sala de aula tem potencial para transformar crenças, hábitos e práticas dos professores de maneira que possam compreender e tomar decisões adequadas. A autora defende um desenvolvimento profissional baseado na prática que envolve a compreensão do assunto, da pedagogia e dos alunos como componentes essenciais.

Assim, no lugar de aplicar teorias prévias à prática, a teoria emerge de uma análise minuciosa da prática de ensino. A autora explicita que as situações de práticas autênticas podem servir como material de estudo na formação de professores, propondo um ambiente de pesquisa e crítica a respeito das diferentes interações, comunicações e pensamentos que emergem do ambiente real da sala de aula.

Kortland e Klaassen (2010) afirmam que o estudo das sequências didáticas visa, não apenas interpretar e solucionar problemas complexos na educação, mas também, imprimir novos conhecimentos nessa prática educacional, fundamentando a escolha na utilização de uma sequência denominada de ensino-aprendizagem (ou TLS, do inglês Teaching-Learning Sequence).

A TLS, em linhas gerais, vem a ser tanto um processo de pesquisa intervencionista como um produto, compreendendo atividades de ensino-aprendizagem, empiricamente adaptadas ao raciocínio do aluno, e muitas vezes incluindo guias para o professor com sugestões de ensino bem documentadas (MEHÉUT & PSILLOS, 2004). Ainda de acordo com estes autores uma TLS desenvolve-se gradualmente a partir de várias

implementações, e também de um processo evolutivo cíclico iluminado por dados de pesquisa, o que resulta em seu enriquecimento, e também a partir dos resultados dos estudantes em função das atividades planejadas.

Para Psillos et al. (2004) e Ruthven et al. (2009) o trabalho em qualquer processo de desenho exige a mobilização de vários tipos de conhecimento. No caso das TLS, várias grandes teorias referentes à pedagogia, ao desenvolvimento, à aprendizagem, à epistemologia, à história do sujeito, ao construtivismo individual e social são possíveis fontes ou podem oferecer sugestões gerais que podem contribuir para os princípios de design.

Todavia, segundo Psillos et al. (2004) é necessário salientar que, essas grandes teorias não têm muito a oferecer na concepção de ensino sobre um tema específico. Nestes casos, teorias específicas são mais adequadas uma vez que se se centram na identificação de problemas mais práticos como a descrição e analise de práticas já existentes; na identificação de objetivos; na estruturação dos conteúdos científicos, considerando as concepções e o raciocínio dos alunos; na sugestão e justificação de cenários de ensino e de aprendizagem; bem como possíveis dificuldades de aprendizagem e sugestões para sua superação.

Desta forma foram sugeridos por vários pesquisadores quadros ou modelos intermediários entre as grandes teorias e as demandas oriundas do conteúdo e da prática. Temos, por exemplo, o Modelo de Reconstrução Educacional proposto por Stavrou et al. (2008), as demandas de Aprendizagens propostas por Leach & Scott (2004), a Engenharia Didática (ARTIGUE, 1988) entre outros.

Méheut (2005), em complemento, cita que as TLS têm como objetivo ajudar os alunos a compreender o conhecimento científico. Para isso, propõe um modelo para o delineamento das TLS definindo quatro componentes básicos: o professor, os alunos, o conhecimento científico e o mundo material, interligados a partir de duas dimensões: a epistemológica e a pedagógica, conforme representado na figura 1.

A dimensão epistemológica está relacionada aos conteúdos a serem apreendidos, a gênese histórica do conhecimento e a relação do conhecimento científico com o mundo material. A aula e a TLS são aquelas que possuem as maiores durações, todavia, se

tornam limitadas pelo sistema de ensino. Porém, ressalta-se que, algumas ações que podem durar menos tempo, ficam sob responsabilidade de professores e alunos. Por sua vez, a dimensão pedagógica relaciona-se com os aspectos inerentes ao papel do professor e aos processos de interação entre professor-aluno e aluno-aluno.

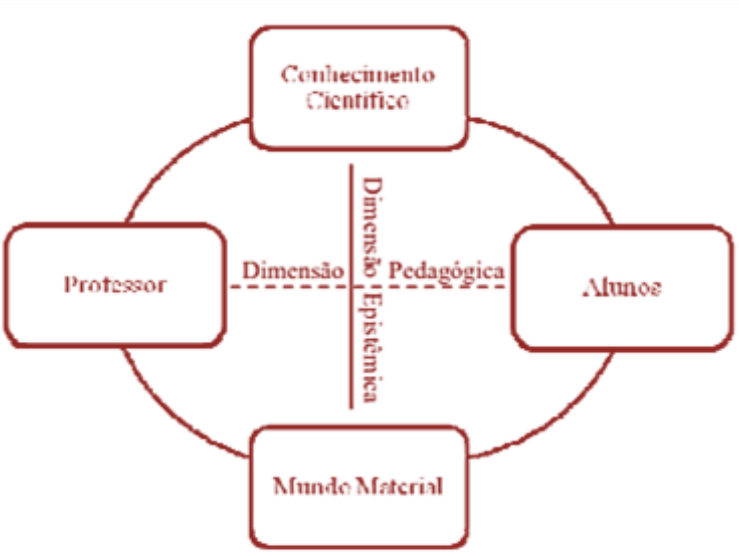


Figura 1: Losango Didático (MEHÉUT, 2005).

Esta representação gráfica permite visualizar a relação de independência das dimensões epistêmicas e pedagógicas proposta por Mehéut (2005), bem como o conjunto de variáveis que podem ser consideradas durante o processo de concepção de uma TLS. Entendemos que a abordagem Construtivista Integrada em si, não constitui um quadro teórico intermediário ou modelo, como os propostos por Artigue (1988). Contudo, percebemos seu potencial para auxiliar o processo de desenho e avaliação de uma TLS.

A primeira incursão nesse sentido foi feita no trabalho de Soares (2010), no qual a partir do losango didático proposto por Mehéut (2005) elencou um conjunto de elementos que poderiam ser mobilizados para o processo de desenho. No entanto, durante a aplicação da TLS podem surgem novas demandas, as quais devem ser analisadas e novas atividades desenvolvidas na busca de sana-las.

As demandas de aprendizagem podem ser diagnosticadas por leituras de relatos de pesquisas da área, também pela experiência do docente em sala de aula ou com a troca de experiência com os colegas. Alguns processos são necessários para levantar as demandas de aprendizagem, como conhecer o aluno, seu contexto e conhecimento prévio, observações necessárias no planejamento da TLS.

Vale enfatizar ainda acerca do contexto e o meio em que o aluno está inserido, que sempre devem ser levados em consideração na elaboração da TLS. Carvajal e Puig (2013), com base em suas experiências em ensino, pesquisa e literatura, identificaram questões importantes a serem analisadas. Eles avaliaram o uso da sequência de ensino-aprendizagem contextualizada e destacaram quatro princípios a serem citados, a seguir:

1. DIVERSIDADE, REALISMO E RELEVÂNCIA DOS CONTEXTOS: deve se considerar a vida social e pessoal, devido à quantidade de situações importantes inseridas no cotidiano do aluno. Com atividades externas da escola como jornal, debates, vídeos e outros, podemos inserir um novo contexto.

2. IDÉIAS DA MATEMÁTICA: cada modelo teórico possui diversos contextos, que abordados de maneiras diferentes podem introduzir ideias abstratas.

3. IDÉIAS SOBRE A MATEMÁTICA: Em trabalhos realizados pelos alunos é de suma importância que se levante o conhecimento científico bem como ele é organizado e modificado.

4. PRINCÍPIO DA NECESSIDADE PARA CONHECER: Com meios cognitivos e orientados, pode-se levantar situações e buscar respostas científicas, elevando o conhecimento do aluno.

Desse modo, percebe-se que a aplicação requer muita dedicação e eficiência do professor, quem vai guiar, orientar, decidir estratégias e até mesmo mudanças quando julgar necessário, mas com um cuidado minucioso de não interferir na objetividade da sequência. Neste sentido, Archila (2015) relata em uma experiência, como o papel do professor é decisivo, e como este estava comprometido com a implantação da TLS, e o cuidado que teve de não influenciar nos resultados analisados durante a aplicação.

Cabe ao professor instigar e organizar uma problematização na inserção do tópico aplicável, gerando um clima de busca ao conhecimento com discussão e inserção das características pré-estabelecidas ao contexto.

Archila (2015) relata que alguns professores têm dificuldades em organizar cenários e argumentar na sala de aula, ou seja, não conseguem introduzir e muito menos elaborar uma sequência de estudo relacionada a um determinado tópico. Nesta situação, possivelmente, a sequência não obterá êxito em seus resultados.

Tiberghien, Buty e Le Maréchal (2005) ampliavam as idéias acerca das TLS em seu trabalho, visto que, criavam escalas temporais que ajudavam a determinar o tempo de planejamento e de execução de uma atividade, pelo qual, tais escalas seriam capazes de diferenciar o papel individual de cada componente do ambiente escolar e suas responsabilidades nessas dimensões temporais.

Kneubil & Pietrocola (2017) citavam que o desenvolvimento da intervenção, neste caso da TLS, é feito nessa etapa chamada design. Dessa maneira, conclui-se que, nesse processo, uma equipe é formada para realizar o design, que pode durar alguns meses. A equipe é composta por especialistas, profissionais da educação (em geral professores de ciência do nível ao qual a TLS se destina), estudantes de pós-graduação, etc. Um ou mais professores participantes da equipe de pesquisa é designado para ser o "professor implementador" da sequência.

De modo geral, cabe citar que podemos encontrar algumas dificuldades em reconstruir o desenvolvimento histórico de pesquisas sobre TLSs, talvez porque nos primeiros passos do desenvolvimento da pesquisa em educação científica a atenção estava focada nas concepções e formas de raciocínio dos alunos. Méheut & Psillos (2005) citava que, alguns pontos de vista menos centrados no aluno, eram difíceis de publicar e permaneceram um tanto mais confidenciais, tornando uma grande limitação. Cabe ao professor, no entanto, caracterizar algumas tendências interessantes, que conseguir notar, e situar essas em relação ao losango didático.

Uma característica importante dessa etapa a ser ressaltada, é de que o design se torna norteado por princípios pré-estabelecidos, conforme citados anteriormente, pelo qual, esses princípios funcionam como pilares teóricos, ou hipóteses, sobre as quais a

TLS se apoia enquanto é produzida. Eles representam um conhecimento já disponível e que será usado como fio condutor do processo de didatização.

Hernández (2012), por exemplo, desenvolveu uma sequência didática sobre propriedades acústicas dos materiais partindo de alguns princípios de design, entre os quais podemos destacar: (i) o processo de modelização desempenha um papel central no entendimento da ciência por relacionar a descrição de objetos e eventos do mundo material para o mundo das teorias e modelos; (ii) a contextualização e a problematização do conteúdo a ser aprendido, promove nos alunos uma significância do que é ensinado. Pode-se perceber que o primeiro princípio é de natureza epistemológica e o segundo, didática. Estes princípios, entre outros, guiaram o design da TLS desenvolvida e apresentada pela autora.

Citando acerca dessas sequências de ensino-aprendizagem, não necessariamente devem sempre ser realizadas girando em torno da tecnologia educacional. Santos (2018) apresentou em sua pesquisa, resultados encontrados referentes a aplicação de histórias em quadrinhos nas TLS.

Neste trabalho, a autora procurou entender como uma TLS elaborada em torno de uma história em quadrinho (HQ) interativa contribui para o aumento das interações discursivas e o engajamento dos alunos, entendidos como elementos fundamentais à aprendizagem.

Os principais resultados apontaram para um favorecimento das interações discursivas através da História em Quadrinho interativa (HQ) construída em torno da TLS. A construção da HQ interativa como parte da sequência favoreceu o aumento das interações discursivas e do engajamento disciplinar produtivo dos alunos, isto foi observado mediante a análise das aulas gravadas em vídeo e dos áudios dos alunos no momento da aplicação da TLS, bem como a análise das respostas dos alunos na HQ interativa.

Concluiu-se nessa pesquisa, que a HQ interativa constitui um material didático essencial a aplicação da mesma, entendendo-se que o uso deste material não teria êxito sem o comprometimento da professora da sala de aula em aliar a narrativa da HQ com a programação de aulas da TLS na produção de significados. Essa conclusão, corrobora

com a afirmação de Jesus Maria Sousa (2004), cujo qual, citava que o professor teria de acrescentar um novo espaço de diálogo entre as diversas culturas trazidas pelos alunos, buscando novas maneiras de gerar engajamento aos educandos.

5.3 A PESQUISA EM DESIGN (DBR) E SUA IMPORTÂNCIA NA EDUCAÇÃO

Como sabemos, as revoluções tecnológicas trouxeram profundas transformações, em que informação, comunicação e educação são repensadas em face aos recursos cibernéticos. Essa nova realidade vem sendo nominada “sociedade da informação”, e a aquisição do conhecimento passa a exigir um profissional crítico, criativo, com capacidade de pensar, de aprender a aprender, de trabalhar em grupo e de se conhecer como Indivíduo (SANTOS; RUSCHEL; SOARES, 2012).

Viver neste universo requer a busca de novos rumos na educação. Dowbor (2013) citava que, para um profissional da educação, na atualidade, é necessário não só introduzir novas tecnologias, com o conjunto de transformações que isto implica, mas também, assegurar que as transformações sejam fonte de oportunidades mais amplas e igualitárias para todos.

É por meio do currículo e na escola que as crianças devem exercer práticas democráticas. No processo educacional, elas deverão participar, discutir e colocar em questão as práticas sociais, políticas e econômicas, analisando seu contexto e percebendo seu caráter de controle. Assim, poderão ter atitudes de emancipação e libertação. Os professores possuem responsabilidade no sentido de serem pessoas atuantes neste processo, permitindo e instigando o aluno a participar e questionar, bem como propondo-lhe questões para reflexão. Os estudantes devem sempre ter seu espaço para serem ouvidos e suas idéias serem consideradas.

Assim, surge o DBR (da sigla em inglês Design Based-Research), que possui como principal objetivo melhorar as práticas educacionais, de forma a produzir conhecimento utilizável. Considera uma profunda colaboração entre pesquisadores e participantes no sentido de alcançar os objetivos teóricos e práticos da pesquisa, resultando em mudanças educacionais práticas em sua máxima extensão (WANG & HAFFANIN, 2005). Para Baumgartner et al. (2003) a abordagem pode “ajudar a criar e ampliar o

conhecimento sobre o desenvolvimento, adoção e manutenção de ambientes de aprendizagem inovadores".

Esse tipo de metodologia de pesquisa foi trazido especificamente para a Educação Matemática, porque as formas características de desenvolver investigações e os modelos de outras áreas, tais como a Filosofia e a Psicologia, nem sempre se mostraram adequados, uma vez que não foram criados para analisar especificamente o conhecimento matemático, porém eram usados também para esse fim. Modelos que se propusessem a análise do desenvolvimento do pensamento matemático tornaram-se necessários para que se considerasse o progresso dos sujeitos envolvidos na pesquisa.

Dessa forma, conforme citado, a metodologia DBR procura oferecer ferramentas para analisar um problema e gerenciar o desenvolvimento de intervenções. Ao final do processo, além dos produtos obtidos que podem ser materiais didáticos, estruturas curriculares, propostas de cursos, espera-se a construção de novos conhecimentos teóricos (VAN DEN AKKER, 1999; WANG & HANNAFIN, 2005; EDELSON, 2002; DBR-COLLECTIVE, 2003) e princípios que possam ser transferíveis para outros contextos onde se deseja promover uma intervenção.

Na área de tecnologias educacionais há a necessidade de revisão da forma como se desenvolvem as pesquisas, uma vez que muitas destas destacam, ao qual, "o valor da tecnologia apenas na medida em que ela tem ou não tem um efeito na aprendizagem das variáveis relacionadas" (AMIEL; REEVES, 2008). Ignora-se a complexa interação entre intervenções tecnológicas, papéis das instituições educacionais e propósitos da educação. Os autores apontam para a compreensão das tecnologias educacionais como um processo, em vez de um produto, destacando o DBR como uma alternativa à forma preditiva de pesquisa.

O engajamento disciplinar produtivo é um conceito que no plano das interações discursivas considera o progresso intelectual dos alunos diante de problemas propostos em sala de aula, que os leva a transitar entre o contexto do conhecimento escolar e do seu cotidiano.

Para realizar a pesquisa em Design e citar as relevâncias desta para o âmbito acadêmico, é necessário buscar acerca dos príncipios de design, pelo qual, inúmeros

pesquisadores acreditam que são os fatores primordiais, que funcionam como guias para a construção dos referidos contextos. Todavia, para que esses príncipios estejam devidamente entrelaçados e vislumbrados, todas as pesquisas devem ser devidamente especificadas com suas contribuições.

Assim, seguindo a linha de raciocínio de desenvolver e selecionar hipóteses de design que acentuassem o contexto na sequência ensino-aprendizagem com base nas noções de obstáculos epistemológicos e justificativas plausíveis de compreensão relacionadas ao conteúdo e práticas didáticas.

Seguindo para uma perspectiva sobre pesquisas em Design, vale enfatizar que esta surgiu na década de 1990 para desenvolver uma nova metodologia intervencionista que buscava aliar aspectos teóricos da pesquisa com a prática. Essa linha de pesquisa foi introduzida na educação por Brown (1992) e Collins (1992) e, a partir deles, outros autores passaram a usar os termos assemelhados para definir seus próprios tipos de pesquisas, tais como design experiment também de Brown (1992), developmental research (RICHEY et al., 2004), culminando com o documento manifesto onde se introduz a terminologia que passou a identificar a linha de pesquisa como design-based research (DBR-Collective, 2003).

Nesta linha de pesquisa, Lijnse (2004) iniciou uma busca defensora da existência de uma teoria de qualidade didática. Esta seria sustentável, se os resultados produzidos a partir das intervenções fossem realizados com base em estruturas didáticas. Isso porque, em um lado tais estruturas seriam operacionalizadoras dos pontos básicos que produzem os resultados aplicáveis à pesquisa e, do outro, porque apresentariam materiais práticos que representam o caminho mais conveniente para ensinar e aprender determinado assunto (LIJNSE, 2004).

Collins et al. (2004) em postura muito parecida, defenderam a necessidade de abertura de uma linha de pesquisa de design em educação de ciências que promova investigações sobre quais variáveis seriam importantes e como os processos de ensino-aprendizagem dependeriam dessas variáveis (COLLINS et al., 2004). Corroborando com Lijnse (2004), ele afirma ser necessário que a comunidade se preocupe com produção padrões que promovam pesquisas de design reconhecidas e acessíveis a outros pesquisadores. É neste sentido que este trabalho procura oferecer resultados.

Em linhas gerais, a pesquisa baseada em design (DBR) envolve uma nova metodologia intervencionista que busca aliar aspectos teóricos da pesquisa em educação com a prática educacional. Na área de pesquisa em ensino de ciências, a DBR tem sido usada para planejar, implementar e avaliar sequências de ensino-aprendizagem (TLS) de conteúdos específicos. A partir de um olhar sobre a literatura disponível, Kneubil e Pietrocola (2017) citavam que é possível compreender que a metodologia DBR e os estudos envolvendo TLS são abordagens que podem contribuir com a construção e consolidação de conhecimentos didáticos específicos, ou mesmo mais gerais, relacionados com a prática docente e os processos de ensino e aprendizagem em sala de aula.

É importante ressaltar que, pelo caráter intervencionista que a metodologia DBR tem, ela promove uma ligação entre as dimensões teórica e prática, buscando fazer contribuições em ambas as dimensões. Van den Akker (1999) enfatiza que a inter-relação entre a teoria e a prática é muito complexa e dinâmica e que a aplicação direta da teoria muitas vezes não é suficiente para resolver alguns tipos de problemas relacionados à prática. Ele ainda afirma que "sem o envolvimento cooperativo de pesquisadores e profissionais não é possível ganhar uma clareza sobre os problemas advindos da implementação e gerar medidas efetivas para reduzi-los" (VAN DEN AKKER, 1999).

Foi comum ao longo de todos os temas o recurso à tecnologia. As suas vantagens são largamente reconhecidas e acreditamos que além de ferramenta, são fonte de atividade, de investigação e de aprendizagem. Gomes (2009/2010) afirmava que, tomando em linha de conta que “o computador, pelas suas potencialidades, nomeadamente nos domínios da Geometria dinâmica permite atividades não só de exploração e pesquisa como de recuperação e desenvolvimento, pelo que constitui um valioso apoio a estudantes e professores, devendo a sua utilização considerar-se obrigatória nos referidos currículos escolares de Portugal”.

É preciso também ressaltar outras duas características acerca da DBR: a necessidade de replicação e os processos de redesign que compõem os ciclos de design. Dessa forma, a “análise sobre o processo e sobre a implementação deve gerar

conhecimentos que serão usados num design posterior" (KNEUBIL & PIETROCOLA, 2017).

Além disso, McKenney e Reeves (2013) apontam que uma das grandes características da DBR no ensino é o fato desse processo ser construído de forma colaborativa, entre grupos de trabalhos, formados por professores, pesquisadores e comunidade escolar. Cabe citar ainda que, na visão de Anderson & Shattuck (2012), a DBR, além de lidar com situações reais de ensino e buscar intervenções que possam mudar a realidade da sala de aula, possibilita ainda, a utilização de uma gama de metodologias e coletas de dados.

Os autores também destacam a maneira como as interações acontecem. Segundo eles, o fato de existirem várias interações na DBR permite que os protótipos e objetos de ensino sofram constantes mudanças. Assim, os grupos de pesquisa devem sempre procurar aprimorá-los, para que possam se adequar a diferentes nichos. Por conseguinte, essas mudanças levam a outra característica, a mudança dos princípios de design. Esse processo de evolução dos princípios, após as intervenções e nos ciclos de redesign, vem a ser " um dos pontos fortes da DBR, e isso desfavorece certos tipos de pesquisa que unilateralmente levam intervenções às salas de aula e desaparecem após a conclusão do experimento" (ANDERSON & SHATTUCK, 2012).

Em síntese, devem ser destacadas algumas dessas características. Como já foi dito, essas instruções não se limitam a uma descrição dos ambientes de aplicação da TLS, que serviria como ponte de interligação para a DBR. Todavia, a caracterização do contexto educacional é de suma importância, constituindo a primeira parte das instruções de design. Dessa forma, os aspectos e informações ligados ao currículo, aos alunos, ao professor, bem como `as restrições institucionais e ao calendário acadêmico devem ser os primeiros pontos a serem descritos nas instruções. Com isso, caracterizam-se os nichos de trabalho, os limites impostos pela realidade, as legislações que orientam o trabalho docente e os recursos disponíveis.

As instruções de design devem conter os objetivos que se desejam alcançar e o conteúdo a ser trabalhado. Assim, Leach et al., (2010) apontam que a descrição das mudanças e influências desejadas com a aplicação da TLS é extremamente importante para que se entenda os motivos de ações e atitudes tomadas durante todo processo.

Ademais, os autores destacam que essa caracterização deve ser clara, cuidadosamente pensada, e precisa fazer parte do processo de design.

Vale enfatizar ainda acerca dos obstáculos epistemológicos existentes, conforme citado por Bachelard (1972), pelo qual, o autor afirmava que estes, eram diretamente relacionados às dificuldades que cientistas enfrentam durante o desenvolvimento do conhecimento científico geral. Como a epistemologia pode ser tratada também nos domínios escolares, considera-se os obstáculos epistemológicos de modo ampliado e adaptado ao uso de FMC em contexto escolar (PIETROCOLA, 2008). Os obstáculos didático-pedagógicos, por sua vez, são dificuldades que normalmente são enfrentadas pelos professores ao implementarem sequências didáticas inovadoras. Originalmente propostos por Brousseau (2008), eles também foram adaptados por Pietrocola (2008) para se enquadrarem no estudo de FMC em contexto escolar.

Segundo Steffen & Thompson (2000), os projetos de Educação Matemática que emergem do Design-Based Research têm características especiais. Para esse autor, tal metodologia provou ser produtiva na investigação da adaptação e da interação das "ecologias de aprendizagem" que promovem o desenvolvimento do conhecimento matemático em estudantes e também em professores, como é o caso dessa pesquisa. Para esse autor, o Design-Based Research também é importante na divulgação e implementação de programas inovadores de formação de professores em Educação Matemática.

Os projetos de pesquisa que têm o Design-Based Research como metodologia visam aumentar radicalmente a relevância da pesquisa para a prática, envolvendo os sujeitos de pesquisa em diferentes papéis durante todo o processo de investigação. Para Steffen & Thompson (2000), estudantes, professores, cursos, currículos, materiais didáticos e mentes são sistemas complexos que, não devem ser observados isoladamente, pois quando isso ocorre, a observação corre o risco de deixar o conjunto – "ecologia de aprendizagem" – defasado. Esse conjunto citado por Steffen & Thompson (2000) é dinâmico, interativo, autorregulável e permanece em adaptação contínua durante todo o processo, pois cada feedback produz efeitos que direcionam as próximas intervenções.

Por fim, a DBR pode ser compreendida como uma metodologia de pesquisa capaz de sofisticar e melhorar processos de ensino-aprendizagem, pois, por meio dos seus ciclos de redesign e reaplicação, ela permite que os pesquisadores aprimorem os objetos de ensino, bem como suas atividades e material instrucional (MESQUITA et al., 2021). Além disso, podem ser testadas em diferentes situações obtendo trabalhos cada vez mais robustos e aptos a serem aplicados em diferentes contextos escolares e situações de sala de aula. Com isso, a DBR surge para ajudar a detectar, por meio dos ciclos, aspectos e características do complexo universo do ensino, capazes de serem destacados e mantidos em futuras reaplicações.

Enfatizamos aqui, acerca da pesquisa de Lobo da Costa (2004), cujo qual, o foco principal de sua investigação, subsidiada no trabalho, foi de uma reconstrução de conceitos geométricos por professoras dos primeiros anos do Ensino Fundamental. Os autores afirmam ainda que, buscavam entender quais fatores, numa formação de professores, podem levar os sujeitos de pesquisa a reconstruírem conceitos geométricos.

Durante a pesquisa, conclui-se que a análise dos instrumentos se referiu a uma amostra pequena de professores dos anos iniciais e não se teve a pretensão de indicar qual a metodología ideal para uma pesquisa no campo da Educação Matemática, entretanto os resultados da pesquisa apontaram que a metodologia do Design Based Research foi fundamental e pode subsidiar futuras pesquisas nesse campo de estudo.

Naturalmente a metodología não foi o único fator que interferiu no sentido de promover ações adequadas a cada momento da pesquisa, porém ela foi fundamental para que fossem feitos ajustes quanto ao design inicial planejado de acordo com as análises que eram feitas sessão a sessão. Essas análises contribuíram e deram embasamento às decisões que foram tomadas durante toda a formação.

Em um outro trabalho importante a ser citado, foi o de Alves & Cathcart (2018) apresentaram em seu trabalho, a aplicação da DBR para a análise de um framework para desenvolvimento de jogos digitais. Sua atividade durou seis meses, com inúmeros participantes, sendo inicialmente definido o problema de pesquisa, em seguida o arcabouço teórico e elaboração de um esboço do processo de desenvolvimento de jogos a serem aplicados junto às crianças.

Na terceira etapa, foram analisadas as intervenções alcançadas, o que possibilitou avaliar os pressupostos do processo esboçado, inserindo ou modificando atividades, seja por sugestão das crianças, seja por necessidades evidenciadas pelas pesquisadoras. Por fim, a última etapa, consistiu na análise dos dados coletados, formalização do processo e apresentação dos resultados da pesquisa.

Dessa forma, a aplicação desta metodologia corroborou para melhorar as práticas educacionais no contexto das pesquisas, pois possibilitou analisar de maneira interativa e flexível as práticas do cotidiano da escola e se baseou na colaboração entre pesquisadores e participantes, o que enriqueceu os resultados de forma significativa, tanto nas interações entre os pares como nos resultados da colaboração. Essa forma de análise se deu no contexto do mundo real tendo alcançado objetivos teóricos e práticos de pesquisa.

Para que os sujeitos de pesquisa pudessem reavaliar conceitos geométricos, foi necessário promover momentos de desestabilização que levassem à busca da equilibração (Piaget, 1978) por meio de reflexão das professoras. Tais reflexões foram quase sempre antecedidas por momentos de desestabilizações de diferentes intensidades. Assim, as atividades que provocaram desestabilizações foram analisadas pelos autores responsáveis pela pesquisa e, a partir de tais análises, novas atividades foram construídas de modo a promover diversos contatos com o tema de estudo que provocou a desestabilização.

Referências

AGUIAR, D. S. **Robótica educacional com Arduíno como ferramenta didática para o ensino de física.** Instituto Federal do Ceará. Sobral-CE, 2017.

ALMEIDA, P. L. O.; ROCHA SILVA, L.; SILVA, A.; VIDAL, L. C. **Robótica na Indústria Atual.** São Paulo, 2015, 6 fls.

ALVES, A. G. & CATHCART, K. D. P. **Design-based research: uma abordagem metodológica no contexto da prática escolar.** Eixo Temático 11 – Educação, Comunicação e Tecnologia. Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI. XII ANPEd Sul. 2018.

AMADO, N.; CARREIRA, S. **Utilização pedagógica do computador por professores estagiários de Matemática: diferenças na prática da sala de aula.** In: CANAVARRO, A., MOREIRA, D.; ROCHA, M. (Org.) **Tecnologias e educação matemática.** Vieira de Leiria: SEM/SPCE, 2008.

AMIEL, T.; REEVES, T. C. **Design-Based Research and Educational Technology: Rethinking Technology and the Research Agenda.** Journal of Educational Technology & Society, 11, n. 4, 2008. 29-40.

ANDERSON, T. & SHATTUCK, J. **Educational Researcher.** 41, 16, 2012.

ARAÚJO, A.; SERRA, K. C.; SILVA, I. P. **Projeto Engenharia de TrÂnsito: Robótica no semáforo de cruzamento.** Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC. Santo Ângelo. v. 10, n. 2, p. 129-139, maio/ago. 2020.

ARAÚJO, R. T. S.; MOURA, E. P.; SANTOS, A. S. **Uma análise das contribuições da robótica educacional no processo de ensino-aprendizagem: um estudo de caso em uma escola privada na Região do Cariri.** Instituto Federal do Ceará. Campus Juazeiro do Norte. Departamento de Pesquisa, Pós-graduação e inovação. Seminário de Iniciação Científica 2017.

ARCHILA, P. A. **Using History and Philosophy of Science to Promote Students' Argumentation.** Science & Education, 24: 9, 1201–1226. 2015.

ARNÁEZ BRASCHI, E. **Enfoque práctico de la teoría de robots. Con aplicaciones en Matlab.** Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2015.

AZEVÊDO, L. B.; FIREMAN, E. C. **Sequência de ensino investigativa: Problematizando aulas de ciências nos anos iniciais com conteúdos de eletricidade**. REnCiMa, v.8, n.2, p.143-161, 2017.

BACHELARD, G. **Conhecimento comum e conhecimento científico.** Revista Tempo Brasileiro, 28: 47-56, 1972.

BARANAUSKAS, C. C. et al. **Uma taxonomia para ambientes de aprendizado baseados no computador.** In: VALENTE, José Armando (Org.). O computador na sociedade do conhecimento. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999, p. 45-68.

BARION, M. C.; DA SILVA, A. M. **Automação Robótica de Processos (RPA): Estudo de Caso Através da Tarefa Administrativa Contas a Pagar.** Instituto Federal de São Paulo – IFSP. Campus Hortolândia. Brasil, 2019. 19 fls.

BAUMGARTNER, E. et al. **Design-based research: an emerging paradigm for educational inquiry.** Educational Researcher, 32, n. 1, Jan./Fev. 2003. 5-8.

BENITTI, F. et al. **Experimentação com Robótica Educativa no Ensino Médio: ambiente, atividades e resultados.** In: Workshop de Informática na Escola (WIE), v. 15, 2009. Anais WIE. 2009. p. 1811-1820.

BERS, M. NEW, R. & BOUDREAU, L. **Teaching and Learning When No One Is Expert: Children and Parents Explore Technology.** Early Childhood Research & Practice, Vol. 6, 2004.

BEZERRA, R. P. **Robótica na Educação: Uma revisão sistemática dos últimos 10 anos.** 2015.

BONA, A. S.; RIBEIRO, R. **O fazer docente de Matemáticaatravés do uso das tecnologias digitais em rede.** #Tear – Revista de Educação Ciência e Tecnologia, Canoas, v. 5, n. 1, p. 1-13, 2016.

BORBA, M, C. **Coletivos seres-humanos-com-mídias e a produção matemática.** In: I Simpósio Brasileiro de Psicologia da Educação Matemática. Anais I Simpósio Curitiba. 2001.

BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. **Humans-With-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking.** Springer. 2005.

BLACKLEY, S.; HOWELL, J. A. **Stem Narrative: 15 Years in the Making.** In: Australian Journal of Teacher Education, v. 40, n. 7, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação, Portal do** MEC. **Resultado do PISA de 2015**.

BROUSSEAU, G. **Introdução ao estudo das situações didáticas: conteúdos e métodos de ensino.** São Paulo: Ática, 2008.

BROWN, A. L. **Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions.** Journal of the Learning Sciences. Madison: International Society of the Learning Sciences, v. 2, n. 1, p. 141–178, 1992.

BUENO, D. A.; CAVALCANTE, M. A.; RODRIGUES, T. T. T. **Controle Remoto: observando códigos com o Arduíno.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 31, n. 3, p. 614-641, dez. 2014.

CAIRES, N. B. F. **Os Robots na aprendizagem da Trigonometria.** Mestrado em ensino da Matemática no 3º ciclo do ensino básico e secundário. 116 p. Jun. 2013.

CARBONELL, J. **A aventura de inovar: a mudança na escola.** São Paulo: Artes Médicas, 2002.

CARDOSO, J. & SANTOS, M. **LegOSC: mindstroms NXT robotics programming for artists.** Em Proceedings of the ICINCO - INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATICS IN CONTROL, AUTOMATION AND ROBOTICS, 5, Funchal, Portugal, vol. RA-1, p. 177-182. 2008.

CARMARGO, F. **A sala de aula inovadora [recurso eletrônico]: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo**. Fausto Camargo, Thuinie Daros. Porto Alegre: Penso, 2018. e-PUB.

CARVAJAL, I. M. PUIG, N. S. **Validation of principles for the design of teachinglearning sequences that foster the transfer of learning in Science education.** In: Ebook proceedings of the ESERA conference -Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning p.252-258, 2013.

CAMPOS, F. R. **Robótica educacional no Brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras.** Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, v. 12, n. 4, p. 2108-2121. Araraquara-SP. Brasil, 2017.

CASTILHO, M. I.; BORGES, K. S.; FAGUNDES, L. C. **A robótica no contexto da educação orientada a inovação.** Digital Technologies & Future School: atas do IV Congresso Internacional TIC e Educação 2016. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. 2016, p. 1058-1072.

CAVALCANTE, M. M. et al. **A Plataforma Arduíno para fins didáticos: Estudo de caso com recolhimento de dados a partir do PLX-DAQ.** In: Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 2014, Brasília. Anais. Brasília: Sociedade Brasileira de Computação, p.1655-1664.

CAVALCANTE, M. M.; DANTAS, J. R.; SILVA, J. L. S.; VAZ, F. A.; VIANA, E. C. **RecArd: Robô baseado na plataforma Arduíno como facilitador no processo de ensino-aprendizagem multidisciplinar.** Revista CINTED – Novas Tecnologias na Educação. V. 12, nº 2, dezembro 2014.

CAVALCANTI E. L. D.; CLEOPHAS, M. G.; LEÃO, M. B. C.; NERI DE SOUZA, F. **Alternate reality game (ARG): uma proposta didática para o ensino de química.** Revista Tecnologias na Educação, v. 6, n. 11, p. 1-16, 2014.

CHANG, C. Y., CHANG, Y. H., & YANG, F. Y. **Exploring Secondary Science Teachers' Perceptions on the Goals of Earth Science Education in Taiwan.** International Journal of Science Education, 31(17), 2315–2334. 2009.

CHRISTENSEN, C.; HORN, M.; JOHNSON, C. **Inovação na sala de aula: como a inovação disruptiva muda a forma de aprender.** Porto Alegre: Bookman: 2012.

CLEOPHAS, M. G., & CHECHI, A. **Alternate Reality Game (ARG) e STEAM: uma articulação viável na promoção de uma aprendizagem multidisciplinar.** Revista Tecnologias na Educação, Ano 10, número/vol. 28, 1-14. 2018.

COLLINS, A. **Toward a design science of education.** In E. SCANLON, E.S. e O'SHEA, T. (Ed.), New directions in educational technology. Berlin: Springer-Verlag, 1992.

COLLINS, A., JOSEPH, D.; & BIELACZYC, K. **Design research: Theoretical and methodological issues.** Journal of the Learning Sciences, 13 (1), 15-42. 2004.

COMBS, A. W., BLUME, R. A., NEWMAN, A. J., e WASS, H. L. **The professional education of teachers.** A humanistic approach to teacher preparation. Boston: Allyn and Bacon. 1974.

COUSO, D., & PINTO, R. **Analisis del contenido del discurso.** Enseñanza De Las Ciencias, 27(1), 5–18, 2009.

CUNHA, J. J; NEVES. F. H; CRISTOVAM, W. **As novas tecnologias no processo de ensino aprendizagem.** Colloquium Humanarum, vol. 12, n. Especial, 2015.

D' ABREU, J. V. V. **Uma Experiência no uso da Robótica Pedagógica.** Revista Educativa, Vol. 2, N.º 1. Nova Odessa, Brasil. 2008.

DANYLUK, O. **Alfabetização matemática: as primeiras manifestações da educação infantil.** 2. ed. Porto Alegre: Sulina, Passo Fundo, Ediupf, 2002.

DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir.** 2. ed. São Paulo: Cortez, Brasília: MEC; UNESCO, 2003.

DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE, **Educational Researcher.** 32, 5. 2003.

DEYLE, T; GUIZZO, E. **Robotics Trends for 2012.** IEEE Robotics and Automation Magazine. Março 2012.

DOWBOR, L. **Tecnologias do Conhecimento: os desafios da educação.** São Paulo: [s.n.], 2013.

EDELSON, D. C. **Design research: what we learn when we engage in design.** The Journal of the Learning Science, 11 (1), 105-121. 2002.

ENGLISH, L. D. **STEM education K-12: Perspectives on integration.** In: International Journal of STEM Education, v. 3, n. 1, p. 3, 2016.

FERNANDES, E.; FERMÉ, E., OLIVEIRA, R. **Viajando com robots na aula de matemática: Uma visita ao mundo das funções.** Minho: Atas da Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação. 2007.

FIALHO, C., MATOS, J. e ALVES, A. **Cidadania e educação matemática crítica: investigação sobre o contributo da educação matemática na formação de cidadãos participativos e críticos.** 2003.

FINO, C. N. & SOUSA, J. M. **As TIC redesenhando as fronteiras do currículo.** Revista Galego-Portuguesa de Psicologia e Educacão, 8 (10), p. 2051-2063. 2003.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. **Física no Computador: O Computador Como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v.25, n.3, set., 2003.

FIORENTINI, D. **Investigação em educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos.** Campinas, SP: Autores Associados, 2007.

FLOT, J.; FRIEZ, T.; SCHUNN, C.; SHOOP, R.; WITHERSPOON, E. **Can Computational Thinking Practices Be Taught in Robotics Classrooms?** Presented at the International Technology and Engineering Educational Conference. National Harbor. Washington DC. March 2-4, 2016.

FONSECA, P. M.; OLIVEIRA, G. M. C.; VENÂNCIO, L. S. **A Robótica Educacional como ferramenta metodológica no processo de ensino-aprendizagem: um estudo de caso.** Revista Interdisciplinar SULEAR – UEMG. Ano 1, n. 3, nov./2018. 10 fls.

FOUREZ, G. **Crise no ensino de Ciências? Investigações em Ensino de Ciências.** Vol. 8 (2), P. 109-123, 2003.

FREINET, É. **O Itinerário de Célestin Freinet.** Rio de Janeiro: Francisco Alves. 1979.

GARCIA, S. M. S. **A construção do conhecimento segundo Jean Piaget.** In: Ensino em Revista. V.6, N.1, Jun/Jul 1997/1998.

GARCIA, M. V. R.; VALÉRIO, R. **O futuro da Robótica.** Anais do VI Seminário Multidisciplinar ENIAC 2014, vol. 1, nº 6, p. 148-156.

GAVASSA, R. C. F. B. **Educação Maker: Muito mais que papel e cola.** Revista Tecnologias, sociedade e conhecimento, v. 7, n. 2, dez. 2020.

GOMES, F. I. M. **Construindo Conhecimento: Utilização de robots na aprendizagem de funções.** Relatório de Prática de Ensino Supervisionada para a obtenção do Grau de Mestre em Ensino da Matemática no 3º Ciclo do Ensino Básico e Secundário. Ano letivo 2009/2010.

GURGEL, I.; NICOLAU, J.; PIETROCOLA, M. **Estrutura baseada em Fluxo: sequência de ensino-aprendizagem sobre Relatividade do Tempo.** Processos e materiais educativos na Eduação em Ciências. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC Águas de Lindóia, SP. 10 a 14 Nov. 2013.

GROOVER, M. P. et. al. **Robótica: tecnologia e programação.** São Paulo: McGraw-Hill, 1989. 401 p.

HENZE, I., DRIEL, J. H. V., & VERLOOP, N. **Science Teachers' Knowledge about Teaching Models and Modelling in the Context of a New Syllabus on Public Understanding of Science.** Research in Science Education, 37(2), 99–122, 2007.

HERNÁNDEZ, M. I. **Desenvolupament iteratiu d'una seqüència d'ensenyament i aprenentatge sobre Propietats Acústiques dels Materials.** Tese de Doutorado. Universitat Autònoma de Barcelona, Espanha, 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica.** 2017. Disponível em: http://portal.inep.gov.br/web/guest/educacao-basica/saeb/resultados. Acessado em 18 de Fevereiro de 2022.

JÚNIOR, E.A.N. et al. **Apostila de Robótica Educacional.** Programa de Educação Tutorial da Engenharia Elétrica - PET-Elétrica. Universidade Federal Fluminense (UFF). Niterói, RJ. 2013.

KAHVECI, A. **Quantitative Analysis of Science and Chemistry Textbooks for Indicators of Reform: A Complementary Perspective.** International Journal of Science Education, Oxon (UK), v. 32, n. 11, p. 1495-1519, 2010.

KAMII, C.; DECLARK, G. **Reinventando a aritmética: implicações da teoria de Piaget.** Campinas, SP: Papirus, 1992.

KAMII. C. **A criança e o número.** Campinas, SP: Papirus, 1997.

KARAN, R. A.; PIETROCOLA, M. **Habilidades técnicas versus habilidades estruturantes: resolução de problemas e o papel da matemática como estruturante do pensamento físico.** Alexandria (UFSC), v.2: p.181-205, 2009.

KARIOTOGLOU, P. & TSELFES, V. **Science Curricula: Epistemological, Didactical and Institutional Approach.** Epitheorisi Fisikis, 31, 9-28. 2000.

KAZIMOGLU, C. et. al. **Learning Programming at the Computational Thinking Level via Digital Game-Play.** Procedia Computer Science, Treton, v. 9, n. Supplement C, p. 522-531, 2012.

KNEUBIL, F. B. & PIETROCOLA, M. **A pesquisa baseada em design: visão geral e contribuições para o ensino de ciências.** Revista em Ensino de Ciências – v22 (2), p. 01-16. 2017.

KORTLAND, K; KLAASSEN, K (Eds.). **Designing Theory-Based Teaching-Learning Sequences for Science Education; Proceedings of the symposium in honour of Piet Lijnse at the time of his retirement as professor of Physics Didactics at Utrecht University – Utrecht: CDBeta Press – Freudenthal Institute for science and mathematics education (FIsme).** Utrecht University – FIsme series on Research in Science Education; nr. 64; 2010.

LAUDON, K.; LAUDON, J. **Sistemas de informação gerenciais.** 9 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

LEACH, J.; AMETLLER, J. & SCOTT, P. **Designing theorybased teaching-learning sequences for science education.** Editado por K. Kortland e K. Klaassen (CDBeta Press, Utrecht, 2010).

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática.** Rio de Janeiro: Editora 34. 1993.

LIBERA, G. P. D.; OLIVEIRA, M. E.; OLIVEIRA, R. L. Z.; TECH, A. R. B.; ZUCCHERELLI, M. F. L. **Introdução à robótica educacional com Arduíno – Hands on! iniciante.** Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Pirassununga-SP. 2020. 51 p.

LIJNSE, P. **"Developmental research" as a way to an empirically based"didactical structure" of science.** Science Education, 79(2), p. 189-199. 1994/1995.

LIJNSE, P. **Didactical structures as an outcome of research on teaching-learning sequences?** International Journal of Science Education. v.26, n.5: p.537-554, 2004.

LOBO DA COSTA, N. M. **Formação de professores para o ensino da Matemática com a informática integrada à prática pedagógica.** Exploração e análise de dados em bancos computacionais, 2004, 324p. Tese (Doutorado em Educação) PUCSP, São Paulo, 2004.

LOPES, D. Q. **A exploração de modelos e os níveis de abstração nas construções criativas com robótica educacional.** 2008. 327 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2008.

LORENZATO, S. **Educação Infantil e percepção Matemática.** Campinas, SP: Autores associados, 2008.

MALTA, S. C. L. **Uma Abordagem sobre currículo e teorias afins visando à compreensão e mudança.** Espaço do currículo. V. 6, n. 2, p. 340-354, Mai./Ago. 2013.

MANSOUR, N. **Impact of the Knowledge and Beliefs of Egyptian Science Teachers in Integrating a STS Based Curriculum: A Sociocultural Perspective.** Journal of Science Teacher Education, 21(5), 513–534, 2010.

MATARIC, M. J. **Introdução à Robótica.** 1. ed. São Paulo: Editora Unesp/Blucher, 2014.

MATOS, B. T.; MATOS, M. B. M.; NASCIMENTO, P. S. S.; RODRIGUES, R. O. **Ensino da Robótica: O Arduíno como ferramenta didática.** V CONEDU – Congresso Nacional de Educação. 2016. 9 fls.

MCKENNEY, S. & REEVES, T. C. **Educational Researcher**. 42, 97. 2013.

MEDEIROS, L. F.; WUNSCH, L. P. **Ensino de programação em robótica com Arduíno para alunos do ensino fundamental: relato de experiência.** Revista Espaço Pedagógico. v. 26. n. 2. Passo Fundo. p. 456-480, maio/ago. 2019.

MÉHEUT, M., & PSILLOS, D. **Teaching-learning sequences: Aims and tools for science education research.** International Journal of Science Education, 26(5), 515-535. 2004.

MÉHEUT, M. **Teaching-learning sequences tools for learning and/or research.** In: BOERSMA, K. E. A. (Ed.). Research and quality of science education. Netherlands: Springer, p.195-207, 2005.

MESQUITA, L.; BROCKINGTON, G.; TESTONI, L. A.; STUDART, N. **Metodologia do design educacional no desenvolvimento de sequências de ensino e aprendizagem no ensino de física.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 43, 16 p., 2021.

MILL, D.; OLIVEIRA, O. DE. **Aprendizagem científica pela robótica: algumas aproximações.** CIET EnPED, 2018, 12 fls.

MONTESSORI, M. **Spontaneous activity in education.** Nova York: Schocken Books, 1965.

MORAES, M. C. **Informática Educativa no Brasil: um pouco de história.** Brasília, v. 57, p. 133, 1993.

MORAES, M. C. **Subsídios para Fundamentação do Programa Nacional de Informática na Educação.** Secretaria de Educação à Distância, Ministério de Educação e Cultura, Jan/1997.

NETO, W. F. S. **Automação Robótica de Processos aplicada a ERPs e o Ganho de Produtividade de Equipes de Back-Office.** Disponível em: http://doze-ti.com.br/artigos/automacao-robotica-de-processos-aplicada-a-erps-e-ganho-de-produtividade-de-equipes-de-back-office. Acessado em: 20 de Fevereiro de 2022.

NIED. **Núcleo de Informática Aplicada à Educação.** Disponível em: https://www.nied.unicamp.br/. Acesso em: 20 de fevereiro de 2022.

NIKU, B. S. **Introduction to robotics: Analysis, systems, aplications.** New Jersey: Prentice Hall, 2001.

NUNES, T. **Construtivismo e alfabetização: um balanço crítico.** Educ. Revista, Belo Horizonte, 1990.

NUNES, T.; BRYANT, P. **Crianças fazendo matemática.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

OGBORN, J. **Introducing relativity: less may be more.** Physics Education, v.40, p.213-222, 2005.

OLIVEIRA, J. A. C. **Robótica como interface da tomada de consciência da ação e conhecimento do objeto, através da metacognição como propulsora da produção do conhecimento.** 96f. Doutorado em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

OTTONI, A. L. C. **Introdução à Robótica.** Universidade Federal de São José del-rei, 2010, 7 fls.

OTTONI, O.; MILL, D. **Robótica pedagógica na produção cientifica: um estudo bibliométrico.** Revista NUPEM, Campo Mourão, v. 12, n. 26, p. 138-155, maio/ago. 2020.

PACHECO, J. **Reconfigurar a escola.** A página da Educação. 2008.

PAPERT, S. **LOGO: Computadores e educação.** 3 ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1988.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática.** Porto Alegre: Artmed, 1994.

PEREIRA, M. M. **Interações discursivas em pequeno grupo durante uma atividade investigativa sobre determinação da aceleração da gravidade.** Revista Ensaio. Belo Horizonte, v. 15, n. 02, p.65-85, maio-ago. 2013.

PIAGET, J.; SZEMINSKA, A. **A gênese do número na criança.** 2. ed. Rio de Janeiro: Zarar Editores, 1975.

PIAGET, J. **A formação do Símbolo na Criança.** Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1978.

PIAGET, J. **A gênese das estruturas lógicas elementares.** Rio de Janeiro: Zahar, 1983.

PIAGET, J. et al. **Abstração reflexionante: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

PIERS. M. **"New Physics Curricula in the Netherlands".** In Girep Conference, Cyprus, 2008.

PIETROCOLA, M. **A transposição da física moderna e contemporânea para o ensino médio: superando obstáculos epistemológicos e didático-pedagógicos.** In: Regina Borges. (Org.). Propostas Interativas na Educação Científica e Tecnológica. Porto Alegre: EDUC, p. 159-180, 2008.

PINTO, R. **Introduction to the Science Teacher Training in an Information Society (STTIS) project.** International Journal of Science Education, 24(3), 227–234, 2002.

PINTO, R. **Introducing curriculum innovations in science: Identifying teachers' transformations and the design of related teacher education.** Science Education, 89(1), 1–12, 2005.

POCINHO, M. D. & CANAVARRO, J. M. **Sucesso escolar e estratégias de compreensão e expressão verbal: Como compreender melhor as matérias e as aulas?** Mangualde: Edições Pedago. 2009.

POCRIFKA, D. H.; SANTOS, T. W. **Linguagem LOGO e a construção do conhecimento.** IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE. PUCPR. 26-29 out./2009. 11 fls.

PONTE, J. P. M. & RODRIGUES, B. M. B. **Investigação Baseada em Design: Uma experiência de formação de professores em Estatística.** Educ. Matem. Pesq., São Paulo, v. 22, n. 3, p. 138-167, 2020.

PSILLOS, D.; TSELFES, V.; KARIOTOGLOU, P. **An epistemological analysis of the evolution of didactical activities in teaching-learning sequences: the case of fluids special issues.** International Journal of Science Education, v. 26, n. 5, p. 555-578, 2004.

PUGLIESE, G. **STEM: o movimento, as críticas e o que está em jogo – PORVIR.** Inovações em educação. Disponível em: https://porvir.org/stem-o-movimento-as-criticas-e-o-que-esta-em-jogo/. Acessado em: 23 de Fevereiro de 2022.

RAZOR ROBOTICS. **Future of Robotics and History of Robotics.** 2014. Disponível em: https://www.razorrobotics.com/. Acessado em: 20 de Fevereiro de 2022.

REZENDE, F. **As Novas Tecnologias na Prática Pedagógica Sob a Perspectiva Construtivista.** Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, n. 1, mar. 2002.

REYES CORTÊS, F. **MATLAB aplicado a Robótica y Mecatrónica.** Primera Edición. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México. 2012.

RIBEIRO, C.; COUTINHO, C.; COSTA, M. F. & MACHADO, C. **Robotics as a tool to increase the motivation levels in problematic students.** Em Costa, M., Martins, Vásques Dorrio, J. & Patairiya, M, V., (Eds) "Science for all: quest for excellence : proceedings of the International Conference on Hands-on Science (HSCI 2009), 6, Ahmedabad, India. 2009.

RICHEY, R. C., KLEIN, J. D., & NELSON, W. A. **Development research: studies of instructional design and development.** In Jonassen, D. H. Handbook of research on educational communications and technology. New Jersey: LEA. 2004.

RUEDELL, A. C. **Assimilação de conceitos relacionados a triângulos e quadriláteros através da robótica educativa.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). 77 fls. Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo-RS, 2019.

RUTHVEN, K.; LABORDE, C.; LEACH, J; TIBERGHIEN, A. **Design Tools in Didactical Research: instrumenting the epistemological and cognitive aspects of the design of teaching sequences. Educational Researcher.** 38 (5), p.329-342. 2009.

SANTANA, M.R.P. **Em busca de outras possibilidades pedagógicas: trabalhando com ciência e tecnologia.** 2009. 218 f. Tese (Doutorado em Educação), Curso de Programa de Pós-graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

SANTOS, M. F. **A Robótica Educacional e suas relações com o ludismo: por uma aprendizagem colaborativa.** 2010. 99f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Federal de Goiás, 2010.

SANTOS, R. C.; SILVA, M. D. F. **A robótica educacional: entendendo conceitos.** Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia. Ponta Grossa. V. 13, n. 3, p. 345-366, set./dez. 2020.

SANTOS, S. P. D.; RUSCHEL, C. T. M.; SOARES, D. R. **A formação docente e suas repercussões na sociedade do conhecimento.** Trabalho docente e práticas pedagógicas inovadoras [Recurso eletrônico]. Organização de Edite Maria Sudbrack, Frederico Westphalen. 129 p. 2012.

SILVA, A. F. **RoboEduc: Uma metodologia de aprendizado com robótica educacional.** 2009; 133 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia Elétrica. Natal, RN, 2009.

SILVA, J. A. F. **Refletindo sobre as dificuldades de aprendizagem na matemática: algumas considerações.** Universidade Católica de Brasília-UCB. Brasília, 2005.

SILVA, J. L. S. et al. **Plataforma Arduíno integrado ao PLX-DAQ: Análise e aprimoramento de sensores com ênfase no LM35.** In: Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe. Feira de Santana. Anais. Feira de Santana: Sociedade Brasileira de Computação, 2014.

SILVA, J. M. V. **Robótica no ensino da física.** Dissertação de Mestrado em Ensino da Física. Escola de Ciências, Universidade do Minho. 2007.

SILVA, M. C. **Da prática colaborativa e reflexiva ao desenvolvimento profissional do educador de infância.** 2011.

SMITH, M. S. **Practice-based professional development for teachers of mathematics.** Reston, VA: NCTM. 2001.

SOUSA, J. M. **"La dimension personnelle dans la formation des enseignants de l'Enseignement de Base du 1er cycle à Madère".** Lille: Atelier National de Réproduction des Thèses. 1995.

SOUSA, J. M. **O professor como pessoa.** Porto: Asa Editores. 2000.

SOUSA, J. M. **Educação: textos de intervenção.** O Liberal. 2004.

SOUSA, R. P.; MOITA, F. M. C. da S.M.; CARVALHO. A. B. G. **Tecnologias digitais na educação [online].** Campina Grande: EDUEPB, 2011. 276 p.

STAVROU, DUIT, R. & KOMOREK, M. **Physics Education.** 43, 417. 2008.

STEFFEN, L. P. & THOMPSON, P. W. **Teaching Experiment Methodology : Underlying Principles and Essential Elements R. Lesh & A.E. Kelly Recherch.** Research design in mathematics and Science education (p. 267-307) Hillsdale, NJ. Erlbaum., 2000.

TERRA, J. C. C. (Org.). **Inovação: quebrando paradigmas para vencer.** São Paulo: Saraiva, 2007.

TIBERGHIEN, A.; BUTY, C. & LE MARÉCHAL, J. F. **Proc. Science and Technology Education at crossroads: meeting the challenges of the 21st century.** The second conference of EDIFE and the second IOSTE Symposium in Southern Europe. Athènes, 2005.

VALENTE, J. A. Informática na Educação no Brasil: análise e contextualização histórica. In VALENTE, J. A. (Org.). **O computador na sociedade do conhecimento.** Coleção Informática para a mudança na Educação. Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação a distância, 1999.

VALENTE, J.; MAZZONE, J.; BARANAUSKAS, M. **Aprendizagem na era das tecnologias digitais.** Cortez Editora, 2007.

VAN DEN AKKER, J. Principles and methods of development research. In J. VAN DEN AKKER, J.; NIEVEEN, N.; BRANCH, R.M.; GUSTAFSON, K.L. e PLOMP, T. (Ed.). **Design methodology and developmental research in education and training.** Norwell: Kluwer Academic Publishers. 1999. p. 1-14).

VAN DRIEL, J., BULTE, A., & VERLOOP, N. **The Conceptions of Chemistry Teachers about Teaching and Learning in the Context of a Curriculum Innovation.** International Journal of Science Education, 27(3), 303–322, 2005.

VIENNOT, L., CHAUVET, F. O., COLIN, P., & REBMANN, G. R. **Designing strategies and tools for teacher training: The role of critical details, examples in optics.** Science Education, 89(1), 13–27, 2005.

VIRNES, M. **Four Seasons of Educational Robotics. Substantive Theory on the Encounters between Educational Robotics and Children in the Dimensions of Access and Ownership.** Publication of the University of Eastern Finalnd. Dissertations in Forestry and Natural Sciences. Nº 169. Grano Joensuu, 2014.

WANG, F., & HANNAFIN, M. J. **Design-based research and technology-enhanced learning environments.** Educational Technology Research and Development, 53(4), 5-23, 2005.

WANGENHEIM, C. G. V.; WANGENHEIM, A. V. **Ensinando computação com jogos.** Florianópolis: Bookes Editora, 2012.

WING, J.M. **Computational Thinking.** Communications of the ACM, vol. 49, n. 3p. 33-35. 2006.

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br

@editorapoisson

https://www.facebook.com/editorapoisson